

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ADRIANO CEZAR DELPHIM

EFEITO DE TRATAMENTOS COM CLORETO DE CÁLCIO, METIL  
JASMONATO E AMINOETOXIVINILGLICINA NA CONSERVAÇÃO PÓS-  
COLHEITA DE FRUTOS DE AÇAÍ (*EUTERPE OLERACEAE*)

CURITIBA

2014

ADRIANO CEZAR DELPHIM

EFEITO DE TRATAMENTOS COM CLORETO DE CÁLCIO, METIL  
JASMONATO E AMINOETOXIVINILGLICINA NA CONSERVAÇÃO PÓS-  
COLHEITA DE FRUTOS DE AÇAÍ (*EUTERPE OLERACEAE*)

Dissertação apresentada como requisito parcial à  
obtenção do grau de Mestre em Engenharia de  
Alimentos, no Curso de Pós-Graduação em  
Engenharia de Alimentos, Setor de Tecnologia,  
Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Adauto B. de Pereira Netto

CURITIBA

2014

---

D363e

Delphim, Adriano Cezar

Efeito de tratamentos com cloreto de cálcio, metil jasmonato e aminoetoxivinilglicina na conservação pós-colheita de frutos de açaí (*EUTERPE OLERACEAE*) / Adriano Cezar Delphim. – Curitiba, 2014.

84 f. : il. color.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, 2014.

Orientador: Adauto B. de Pereira Netto

Bibliografia: p. 74-84.

1. Frutas – Conservação. 2. Açaí - Pós-colheita. 3. Cloreto de cálcio. I. Pereira Netto, Adauto B. de. II. Universidade Federal do Paraná III. Título.

CDD: 664.804

---

**ADRIANO CEZAR DELPHIM**

**EFEITO DE TRATAMENTOS COM CLORETO DE CÁLCIO,  
METILJASMONATO E AMINOETÓXIVINILGLICINA NA  
CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE AÇAÍ  
(*Euterpe Oleraceae*)**

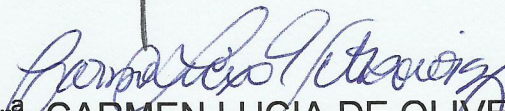
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Orientador: Prof. Dr. ADAUCTO BELLARMINO DE PEREIRA NETTO  
Setor de Ciências Biológicas, UFPR



Prof. Dr. BRÁS HELENO DE OLIVEIRA  
Setor de Ciências Exatas, UFPR



Prof.ª Dr.ª CARMEN LUCIA DE OLIVEIRA PETKOWICZ  
Setor de Ciências Biológicas, UFPR

Curitiba, 12 de novembro de 2014.

## RESUMO

A polpa de açaí vem conquistando novos mercados consumidores em função de seu elevado teor de compostos nutracêuticos e de seu sabor exótico. Contudo, a degradação pós-colheita do fruto de açaí é muito rápida, o que limita a capacidade de expansão do seu mercado. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito potencial de tratamentos pós-colheita com diferentes concentrações de cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ , 180 – 360 mM), metil jasmonato (MeJa, 50 – 100  $\mu\text{M}$ ) e aminoetoxivinilglicina (AVG, 200 – 800  $\mu\text{M}$ ) sobre os teores de antocianinas, flavonoides e sólidos solúveis, acidez titulável total, variação de coloração e capacidade antioxidante de frutos de açaí. Os resultados obtidos demonstraram que os frutos de açaí tratados com AVG não apresentaram diferença significativa ( $p=0,05$ ), com relação a qualquer dos parâmetros avaliados, quando comparados aos frutos não tratados. Os tratamentos com MeJa contribuíram significativamente ( $p=0,05$ ) para a preservação dos flavonoides e antocianinas totais. Porém, os tratamentos com MeJa não apresentaram nenhum efeito sobre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável total, variação de coloração e capacidade antioxidante de frutos de açaí. Os tratamentos com  $\text{CaCl}_2$  contribuíram significativamente ( $p=0,05$ ) para a preservação dos flavonoides e antocianinas totais, e também para a preservação da capacidade antioxidante medida tanto por ABTS como por DPPH. Todavia, os tratamentos com  $\text{CaCl}_2$  não apresentaram efeito significativo sobre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável total, além de não terem apresentado efeito sobre a coloração. Estes resultados demonstram que tratamentos com cloreto de cálcio podem contribuir significativamente para a preservação pós-colheita de frutos de açaí, em combinação ou não com a técnica de preservação mais amplamente utilizada atualmente, o congelamento, o qual pode levar a danos irreversíveis a polpa, alterando o metabolismo e formando cristais, provocando a ruptura das células e desnaturação dos constituintes coloidais da célula com conseqüente degradação de pigmentos.

Palavras-chave: *Euterpe oleracea*. Frutos de açaí. Pós-colheita. Cloreto de cálcio. Atividade antioxidante. Metil jasmonato.

## ABSTRACT

The açai is conquering new consumer markets due to its high content of nutraceutical compounds and their exotic taste. However, post-harvest degradation of fruit açai is very fast, which limits the ability to expand their market. Thus, this study aimed to assess the potential effect of postharvest treatments with different concentrations of calcium chloride ( $\text{CaCl}_2$ , 180-360 mM), methyl jasmonate (MeJa, 50-100  $\mu\text{M}$ ) and aminoethoxyvinylglycine (AVG, 200-800  $\mu\text{M}$ ) on the content of anthocyanins, flavonoids, soluble solids, titratable acidity, color variation and antioxidant capacity of açai fruits. The results obtained demonstrated that the açai fruit treated with AVG showed no significant difference ( $p=0.05$ ), relative to any of the evaluated parameters, when compared to untreated fruits. Treatment with MeJa contributed significantly ( $p=0.05$ ) for the preservation of flavonoids and anthocyanins. However, treatment with MeJa had no effect on soluble solids, titratable acidity, color variation and antioxidant capacity of açai fruits. The  $\text{CaCl}_2$  treatments contributed significantly ( $p=0.05$ ) for the preservation of flavonoids and anthocyanins, and also to preserve antioxidant capacity measured by ABTS and DPPH. However,  $\text{CaCl}_2$  treatments had no significant effect on soluble solids, titratable acidity and have no effect on the color variation. These results demonstrate that treatment with calcium chloride can contribute significantly to the preservation post-harvest açai fruit, in combination or not with the preservation technique most widely used nowadays, the freeze, which may lead to irreversible damage to pulp, changing metabolism and form crystals that causing cell disruption and denaturation of colloidal constituents of the cell with the consequent degradation of pigments.

Key words: *Euterpe oleracea*. Açai fruits. Postharvest. Calcium chloride. Antioxidant activity. Methyl jasmonate.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.1 – AÇAÍ-DE-TOUCEIRA, APRESENTANDO SUAS VÁRIAS ESTIPES, E O AÇAÍ SOLITÁRIO, OU SOLTEIRO, DE ESTIPE ÚNICA.....	12
FIGURA 1.2 – POLPA E FRUTOS DE AÇAÍ.....	13
FIGURA 2.1 – DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA DAS DIFERENTES ESPÉCIES DE AÇAÍ.....	18
FIGURA 2.2 – FRUTOS EM DUAS FASES DE MATURAÇÃO.....	19
FIGURA 2.3 – FRUTO DE AÇAÍ CORTADO AO MEIO.....	19
FIGURA 2.4 – ESTRUTURAS GERAIS DOS PRINCIPAIS FLAVONOIDES.....	28
FIGURA 2.5 – AÇUCARES MAIS COMUNS EM ANTOCIANINAS.....	29
FIGURA 2.6 – ÁCIDOS MAIS COMUNS EM ANTOCIANINAS.....	29
FIGURA 2.7 – PRINCIPAIS ANTOCIANIDINAS.....	30
FIGURA 2.8 – DESPOLPADORA VERTICAL.....	34
FIGURA 4.1 – FLUXOGRAMA DOS TRATAMENTOS E ANÁLISES REALIZADAS.....	39
FIGURA 5.1 – VARIAÇÃO NO TFT PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM AVG, 1 DIA E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	44
FIGURA 5.2 – VARIAÇÃO NO TAT PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM AVG, 1 DIA E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	46
FIGURA 5.3 – VARIAÇÃO NA AA POR DPPH PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM AVG, 1 DIA E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	47
FIGURA 5.4 – VARIAÇÃO NO TEOR DE SST E NA ATT PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM AVG, 1 DIA E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	49

FIGURA 5.5 – VARIAÇÃO NOS PARÂMETROS DE COR A* E B* PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM AVG, 1 DIA E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	50
FIGURA 5.6 – VARIAÇÃO NO PARÂMETRO DE COR L* PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM AVG, 1 DIA E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	51
FIGURA 5.7 – VARIAÇÃO NO TFT PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM MEJA, 1 DIA, 7 DIAS E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	52
FIGURA 5.8 – VARIAÇÃO NO TAT PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM MEJA, 1 DIA, 7 DIAS E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	54
FIGURA 5.9 – VARIAÇÃO NA AA POR DPPH PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM MEJA, 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	55
FIGURA 5.10 – VARIAÇÃO NA AA POR ABTS PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM MEJA, 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	56
FIGURA 5.11 – VARIAÇÃO NO TEOR DE SST PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM MEJA, 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	57
FIGURA 5.12 – VARIAÇÃO NA ATT PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM MEJA, 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	58
FIGURA 5.13 – VARIAÇÃO NOS PARÂMETROS DE COR A* E B* PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM MEJA, 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	60
FIGURA 5.14 – VARIAÇÃO NO PARÂMETRO DE COR L* PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM MEJA, 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	61
FIGURA 5.15 – VARIAÇÃO NO TFT PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM CACL <sub>2</sub> , 1 DIA, 7 DIAS E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	63
FIGURA 5.16 – VARIAÇÃO NO TAT PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM CACL <sub>2</sub> , 1 DIA, 7 DIAS E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	64
FIGURA 5.17 – VARIAÇÃO NA AA POR DPPH PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM CACL <sub>2</sub> , 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	66



FIGURA 5.18 – VARIAÇÃO NA AA POR ABTS PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM $\text{CaCl}_2$ , 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	67
FIGURA 5.19 – VARIAÇÃO NO TEOR DE SST PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM $\text{CaCl}_2$ , 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	68
FIGURA 5.20 – VARIAÇÃO NA ATT PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM $\text{CaCl}_2$ , 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	69
FIGURA 5.21 – VARIAÇÃO NOS PARÂMETROS DE COR $A^*$ E $B^*$ PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM $\text{CaCl}_2$ , 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	71
FIGURA 5.22 – VARIAÇÃO NO PARÂMETRO DE COR $L^*$ PARA FRUTOS TRATADOS OU NÃO COM $\text{CaCl}_2$ , 1, 7 E 14 DIAS APÓS A APLICAÇÃO.....	72

## **LISTA DE TABELAS**

TABELA 2.1 – PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES DE FRUTOS – 2010.....	15
TABELA 2.2 – PRODUÇÃO NACIONAL DE FRUTO DE AÇAÍ E PALMITO.....	16

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>12</b>
1.1	JUSTIFICATIVA.....	14
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>15</b>
2.1	AÇAÍ.....	15
2.1.1	Contexto Histórico e Econômico .....	15
2.1.2	Caracterização do açaí .....	17
2.1.3	Benefícios do açaí para a saúde humana .....	20
2.2	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE.....	23
2.2.1	Compostos fenólicos.....	25
2.2.1.1	Flavonoides.....	27
2.2.1.1.1	Antocianinas.....	28
2.3	CONSERVAÇÃO DE FRUTOS.....	31
2.3.1	Cálcio .....	33
2.3.2	Metil jasmonato .....	34
2.3.3	Aminoetoxivinilglicina .....	35
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>37</b>
3.1	OBJETIVO GERAL .....	37
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	37
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>38</b>
4.1	MATERIAL VEGETAL.....	38
4.2	REAGENTES .....	38
4.3	TRATAMENTOS .....	38
4.3.1	CaCl <sub>2</sub> .....	40
4.3.2	MeJa .....	40
4.3.3	AVG .....	40
4.4	DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS .....	41

4.4.1	Determinação do teor de antocianinas totais .....	41
4.4.2	Determinação do teor de flavonoides totais .....	41
4.4.3	Determinação da atividade antioxidante por DPPH .....	42
4.4.4	Determinação da atividade antioxidante por ABTS.....	42
4.4.5	Acidez titulável total .....	42
4.4.6	Sólidos solúveis totais .....	43
4.4.7	Cor .....	43

## **5 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 44**

5.1	FRUTOS TRATADOS COM AVG .....	44
5.1.1	Teor de flavonoides totais .....	44
5.1.2	Teor de antocianinas totais .....	45
5.1.3	Atividade antioxidante por DPPH .....	46
5.1.4	Teor de sólidos solúveis totais e acidez titulável total .....	47
5.1.5	Parâmetros de cor.....	49

5.2	FRUTOS TRATADOS COM MEJA .....	52
5.2.1	Teor de flavonoides totais .....	52
5.2.2	Teor de antocianinas totais .....	53
5.2.3	Atividade antioxidante por DPPH .....	54
5.2.4	Atividade antioxidante por ABTS .....	55
5.2.5	Teor de sólidos solúveis totais e acidez titulável total .....	57
5.2.6	Parâmetros de cor.....	59

5.3	FRUTOS TRATADOS COM CaCl <sub>2</sub> .....	62
5.3.1	Teor de flavonoides totais .....	62
5.3.2	Teor de antocianinas totais .....	63
5.3.3	Atividade antioxidante por DPPH .....	65
5.3.4	Atividade antioxidante por ABTS .....	66
5.3.5	Teor de sólidos solúveis totais e acidez titulável total .....	67
5.3.6	Parâmetros de cor.....	69

## **6 CONCLUSÕES..... 73**

## **REFERENCIAS..... 74**

## 1 INTRODUÇÃO

O açaí é o fruto da palmeira conhecida como açazeiro (*Euterpe Oleracea* Mart. Arecaceae). A coleta de frutos, atividade conhecida desde a época pré-colombiana (CLEMENT, LLERAS e VAN LEEUWEN, 2005), é a forma de exploração mais antiga do açazeiro. Dentre as espécies de açaí nativas do Brasil, três são amplamente conhecidas por produzirem frutos comestíveis, *Euterpe oleracea*, *E. edulis* e *E. precatoria* e são comumente conhecidas como açaí-de-touceira ou verdadeiro, juçara e açaí-solitário, respectivamente (Figura 1.1).

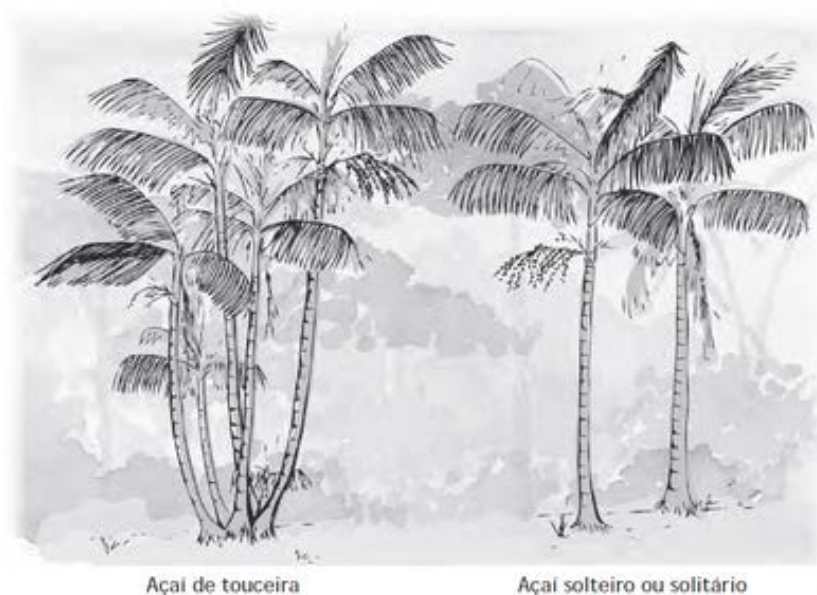


FIGURA 1.1 – Açaí-de-touceira, apresentando suas várias estipes, e o açaí solitário, ou solteiro, de estipe única.

FONTE: Modificado pelo autor (2014)

Estudos indicam que o consumo da polpa de açaí pode auxiliar na prevenção de enfermidades cardiovasculares, câncer e diabetes (MATHEUS *et al.*, 2006; DEL POZO-INSFRAN, PERCIVAL e TALCOTT, 2006; MERTENS-TALCOTT *et al.*, 2008; OLIVEIRA DE SOUZA *et al.*, 2010; GUERRA *et al.*, 2011; UDANI *et al.*, 2011; XIE *et al.*, 2011). Dados da Organização Mundial de Saúde indicam que em 2012 mais de 30% das causas de morte no mundo foram decorrentes de cardiopatia isquêmica, infarto, Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica, câncer e diabetes (World Health Organization, 2014), fato que eleva ainda mais a importância deste alimento devido a sua ação preventiva contra enfermidades.

O açaí ganhou popularidade no Brasil, Estados Unidos e outros países, uma vez que seu consumo tem sido estimulado em função de seu elevado potencial antioxidante. As principais barreiras para a ampliação do mercado do açaí decorrem da produção do fruto ser ainda 80% extrativista e da alta perecibilidade do fruto e da polpa (Figura 1.2) (NOGUEIRA, FIGUERÊDO e MULLER, 2006). Quando se destina a locais distantes dos locais de produção, a polpa (Figura 1.2) é congelada, porém, esta técnica de conservação provoca danos irreversíveis ao alimento, como perdas vitamínicas, alterações reológicas e de cor, que modificam as propriedades originais do fruto (PORTINHO, ZIMMERMANN e BRUCK, 2012).



FIGURA 1.2 – Polpa e frutos de açaí.  
FONTE: O autor (2014)

Visando aprimorar o processo de conservação do açaí, diversas tecnologias vêm sendo testadas com o objetivo de diminuir a perecibilidade dos frutos como: a tecnologia convencional de obstáculos (HUBINGER, ALEXANDRE e CUNHA, 2004), a alta pressão hidrostática, estão sendo pesquisadas como processos alternativos ou complementares aos métodos tradicionalmente empregados para a conservação do açaí (MENEZES *et al.*, 2008).

## 1.1 JUSTIFICATIVA

Os estudos sobre a composição nutricional e de compostos bioativos do açaí são recentes, escassos e os resultados são divergentes. Contudo, todos estes estudos apontam o açaí como um fruto rico em antocianinas, apresentando teor mais alto em comparação com o suco de uva, reconhecido como boa fonte destes compostos (DEL POZO-INSFRAN, BRENES e TALCOTT, 2004).

O açaí é um fruto altamente perecível, sendo que seu tempo de vida útil varia, mesmo sob refrigeração, de 12 a 48 horas. Tendo em vista que no consumo da polpa de açaí para alimentação humana tem aumentado significativamente, faz-se necessário o desenvolvimento de novas tecnologias com o objetivo de aumentar a vida útil deste alimento com a consequente preservação de seus compostos nutracêuticos.

Diante da importância econômica do açaí, do aumento do seu consumo na alimentação humana, dos seus potenciais benefícios para saúde e com o intuito de contribuir para o aumento da vida útil do açaí e da manutenção no teor de antocianinas, este trabalho tem como justificativa avaliar o efeito de tratamentos pós-colheita visando à manutenção da capacidade antioxidante e redução da perecibilidade da polpa de açaí.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 AÇAÍ

#### 2.1.1 Contexto Histórico e Econômico

A América Tropical é o habitat de uma grande variedade de espécies frutíferas e o interesse pelas espécies da América do Sul vem crescendo nos últimos anos devido aos seus benefícios à saúde. Nas Américas, cerca de mil espécies frutíferas, pertencentes a 80 famílias, foram identificadas, das quais, mais de 400 ocorrem no Brasil (RUFINO *et al.*, 2010).

Os alimentos e bebidas funcionais estão se difundindo mundialmente, principalmente devido ao consumidor buscar na dieta uma forma de prevenir doenças. Maior atenção tem sido dada aos efeitos protetores de frutos e vegetais (CONTRERAS-CALDERÓN *et al.*, 2011). O Brasil é considerado o terceiro maior produtor mundial de frutos frescos, com cerca de 41 milhões de toneladas anuais (TABELA 2.1), atrás da China e Índia. Além de grande produtor, o Brasil também é um dos líderes na exportação de frutos, fazendo investimentos para manutenção do contínuo crescimento desta atividade através de programas de erradicação e de controle de doenças em frutos, e da modernização dos processos de produção (FAO, 2011). A partir da década de 1990, com o aumento da pressão internacional para a preservação da Floresta Amazônica, os produtos florestais não madeireiros ganharam importância como alternativa para evitar desmatamentos e queimadas, dentre esses o açaí.

TABELA 2.1 – PRINCIPAIS PAÍSES PRODUTORES DE FRUTOS – 2010

PAÍSES	ÁREA (HA)	PRODUÇÃO (T)	(%) PRODUÇÃO
<b>China</b>	13.299.094	190.161.340	26,1
<b>India</b>	6.948.950	86.038.600	11,8
<b>Brasil</b>	2.548.730	41.522.181	5,7
<b>Demais Países</b>	36.997.115	410.720.230	56,4

Fonte: FAO, 2011

As primeiras publicações científicas relacionadas ao açaí datam de 2004. Em uma pesquisa buscando a expressão “*Euterpe oleracea*”, para o período de 2003 a 2006, são encontrados 9 resultados, no período de 2007 a



2010, são encontrados 22 resultados, e de 2011 até 2014 foram encontrados 47 resultados, o que evidencia o crescente interesse da comunidade científica por este fruto (Pubmed, acessado em 31 de julho de 2014).

O Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é atualmente uma das espécies de palmeiras economicamente mais importantes na Amazônia brasileira (OLIVEIRA DE SOUZA *et al.*, 2010) e tornou-se um dos principais produtos do estuário amazônico, sendo exportado para diversas regiões do mundo. De acordo com o IBGE o valor da produção na extração vegetal de produtos alimentícios no Brasil, no ano de 2011, foi de aproximadamente 525 milhões de reais, sendo essa palmeira responsável por aproximadamente 65% do valor total (IBGE, 2011). A produção de palmito, o segundo produto desta palmeira, por importância econômica, foi iniciada por volta de 1960 e se tornou a principal alternativa para a produção de palmito, tendo em vista a quase extinção da palmeira juçara (*E. edulis*), nativa da Mata Atlântica, até então a mais importante fornecedora de matéria-prima para a indústria palmiteira (NOGUEIRA e CONCEIÇÃO, 2000). Por apresentar palmito de sabor, textura e coloração semelhantes ao palmito da palmeira juçara, o palmito do açaizeiro apresentou boa aceitação, mas o grande impulso para este mercado deu-se em função da planta formar touceiras, que possibilitam a retirada do palmito sem sacrificar a palmeira (QUEIROZ e MOCHIUTTI, 2001). Mesmo com a queda na produção de palmito registrada nos últimos anos, o Brasil ainda se destaca como maior produtor, consumidor e exportador mundial de palmito do açaizeiro (TABELA 2.2).

TABELA 2.2 – PRODUÇÃO NACIONAL DE FRUTO DE AÇAÍ E PALMITO

Anos	Produção de frutos (mil reais)	Quantidade Produzida (t)	Produção de palmito (mil reais)	Quantidade Produzida (t)
2005	83.220	104.874	10.747	7.863
2008	133.746	120.890	5.988	5.873
2011	336.234	215.381	9.535	5.563

Fonte: IBGE, Sidra 2014.

Já a produção do açaí, originalmente alicerçada em uma cultura extrativista, concebida visando o alto consumo de sua polpa e a comercialização do seu excedente, vem ganhando novos mercados. Segundo o IBGE a produção ultrapassou as 200.000 toneladas no ano de 2011, se

aproximando dos valores alcançados pela erva-mate, outro produto do extrativismo bem explorado. Nogueira, Figuerêdo e Muller (2006) apontam a preservação dos açais como um ganho ambiental importante decorrente do surgimento dos novos mercados que necessita de regularidade da produção para atender à demanda, o que tem levado a diminuição da contribuição da produção extrativista e aumento da contribuição da produção de áreas cultivadas e de açais nativos manejados no mercado do açaí. Dados estatísticos comprovam que cerca de 80% da produção de frutos têm origem no extrativismo, enquanto os 20% restantes são provenientes de açais manejados e cultivados em várzea e terra firme (CONAB, 2009).

A exploração do açaí é de fundamental importância para as economias dos Estados da região norte do Brasil, especialmente para o Pará e o Amapá, pois responde pela sustentação econômica das populações ribeirinhas. Segundo dados da Secretaria de Estado de Agricultura (Sagri/PA), a cadeia produtiva do Estado mobiliza mais de 300 mil pessoas e movimenta quase R\$ 2 bilhões a cada ano, em 54 municípios e ainda gera emprego para milhares de famílias que trabalham nas fábricas de processamento do fruto. A extração do fruto representa até 80% da renda dos ribeirinhos (CONAB, 2014).

O incremento das exportações e a demanda das agroindústrias estão evoluindo mais rápido do que a oferta. Há necessidade de melhoria do fluxo da comercialização do açaí, baseado em deficiências apontadas pelos próprios produtores: acentuada sazonalidade; o fruto é muito perecível, de difícil armazenagem; forma de transporte não é apropriada, os custos de transportes são altos, além da grande perda durante o transporte; a maioria das comunidades não tem infraestrutura de saneamento básico, gerando um alto grau de contaminação dos frutos, capacitação do pessoal envolvido na manipulação do produto (CONAB, 2013).

### 2.1.2 Caracterização do açaí

O açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira nativa da Amazônia, que pertence à família Arecaceae, amplamente distribuída no norte da América do Sul (Figura 2.1), com a sua maior ocorrência e importância

econômica nas várzeas do delta amazônico (BRONDIZIO, SAFAR e SIQUEIRA, 2002; DEL POZO-INSFRAN, BRENES e TALCOTT, 2004).

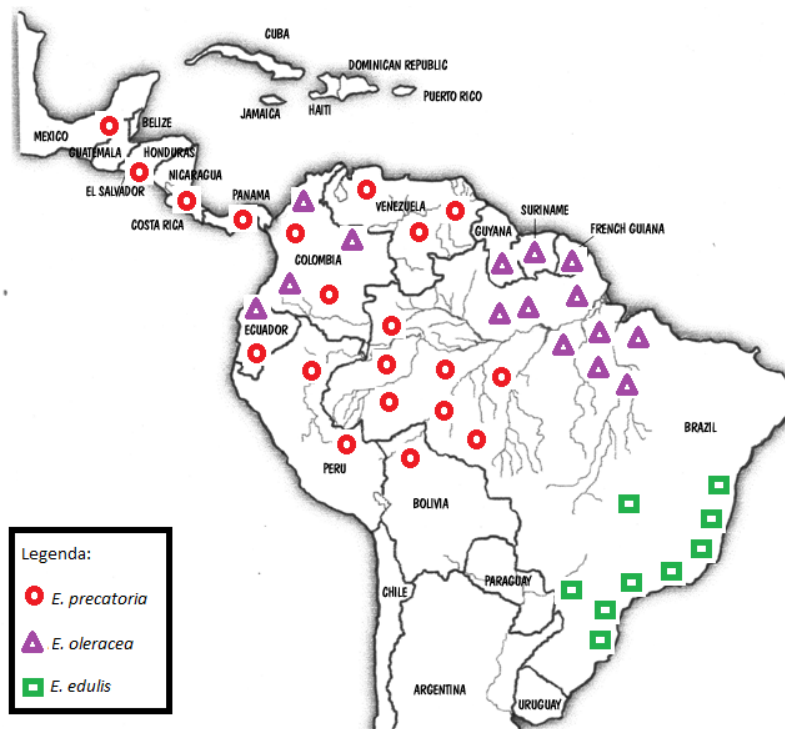


FIGURA 2.1 – Distribuição geográfica das diferentes espécies de açaí.  
FONTE: Modificada pelo autor (2014)

A palmeira alcança em torno de 15 a 20 m de altura, e 12 a 18 cm de diâmetro, são multi-haste, monóicas. Cada palmeira produz 3-4 cachos de frutos, cada cacho tendo de 3 a 6 kg de frutos. O fruto é uma baga pequena de forma arredondada, constituindo grupos verdes, quando imaturos, e escuros, purpúreos, com 1 a 1,5 cm de diâmetro, quando maduros (Figura 2.2) (POMPEU, SILVA e ROGÉZ, 2009). O fruto é caracterizado por uma única semente, que constitui cerca de 80% do volume total, coberto por camadas fibrosas e depois por uma pequena camada comestível (epicarpo e mesocarpo) e podem ser colhidos de julho a dezembro (Figura 2.3) (PACHECO-PALENCIA, DUNCAN e TALCOTT, 2009).



FIGURA 2.2 – Frutos em duas fases de maturação (imaturos à esquerda e maduros à direita).  
FONTE: Modificado pelo autor (2014)

Os frutos são usados principalmente para preparar uma bebida com consistência pastosa, de aparência e sabor característicos. A composição química da polpa e do suco do fruto é diferente, sendo a principal diferença, quantitativa, representada pelo teor de água. De acordo com as normas governamentais (MAPA, 2000) as bebidas obtidas a partir do fruto do açaí são divididas em três tipos: Açaí grosso ou especial (tipo A, acima de 14 % de matéria seca), Açaí médio ou regular (tipo B, 11 a 14 % de matéria seca) e Açaí fino ou popular (Tipo C, 8 a 11 % de matéria seca).

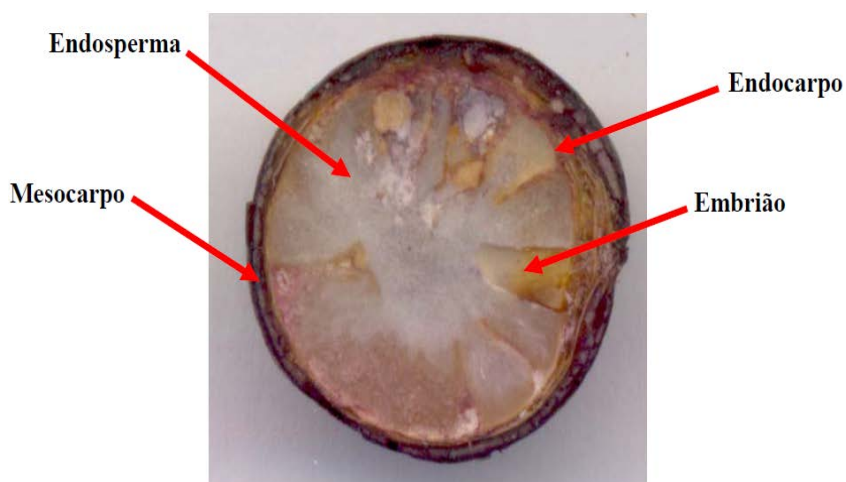


FIGURA 2.3 – Fruto de açaí cortado ao meio.  
FONTE: Modificado pelo autor (2014).

As indústrias de extração de polpa de açaí apresentam métodos rudimentares para o controle de qualidade dos frutos, geralmente feito através de três parâmetros principais: cor, odor e coesão do mesocarpo. A cor violácea característica do fruto, que deixa a mão azulada, muda para uma cor marrom após sua oxidação (STEFANINI, 2010).

O açaí é tido como um dos frutos mais nutritivos da Bacia Amazônica e sua polpa é um alimento altamente energético e de elevado valor nutricional apesar de existirem divergências com relação à sua composição centesimal em macro e micro elementos. Alguns fatores como a sazonalidade, estádios de maturação e procedência dos frutos, fatores ambientais, diferença entre cultivares, além das metodologias analíticas empregadas na determinação dos parâmetros, ou ainda, divergências na nomenclatura dos produtos obtidos de açaí, polpa e bebida, contribuem para as divergências com relação à composição química do açaí (SANABRIA e SANGRONIS, 2007). Todavia, pode-se admitir que a polpa do fruto de açaí contenha em média, de matéria seca, 39g/100 g de carboidratos, 15 g/100 g de proteínas e 41 g/100 g de lipídeos.

A análise da composição química do açaí também revelou quantidades importantes de fitosteróis, fibras alimentares e altos teores de compostos fenólicos, destacando-se os flavonoides, principalmente a classe das antocianinas (SOUZA *et al.*, 2011).

No que tange a capacidade antioxidante, destaca-se a quantidade de antocianinas. Porém, outros compostos fenólicos como ácidos fenólicos, flavanóis e flavonóis também foram identificados no açaí (PACHECO-PALENCIA, HAWKEN e TALCOTT, 2007). As principais antocianinas encontradas no açaí são a cianidina-3-glucosídeo (LICHTENTHALER *et al.*, 2005), rutinosídeo e sambiosídeo (JENSEN *et al.*, 2008).

### 2.1.3 Benefícios do açaí para a saúde humana

Estudos epidemiológicos e ensaios clínicos têm apontado para uma relação inversa entre a alta ingestão de frutas e vegetais e risco de diversas doenças (SOUZA *et al.*, 2011; CONTRERAS-CALDERÓN *et al.*, 2011). Há

muito que se reconhece que uma dieta rica em frutos e produtos hortícolas podem ter efeitos benéficos sobre as doenças cardiovasculares, sendo estes efeitos em grande parte atribuídos às propriedades antioxidantes e anti – inflamatórias (WANG *et al.*, 2011; XIE *et al.*, 2011).

Recentemente, muita atenção tem sido dada ao possível papel do açaí como "Alimento funcional" (SCHAUSS *et al.*, 2006a; SCHAUSS *et al.*, 2006b). Apesar de não existir uma definição internacionalmente aceita para alimentos funcionais, a maioria delas concorda que o alimento funcional é consumido como parte da dieta usual, não podendo ser capsulas ou comprimidos, e que afetam de maneira benéfica uma ou mais funções específicas do corpo, sendo relevante para melhora do estado de saúde e bem-estar e/ou reduz o risco de doenças, além de suas funções nutricionais básicas (SILVEIRA, VIANNA e MOSEGUI, 2009).

A capacidade antioxidante e outras bioatividades do açaí foram estudadas em seres humanos, animais e modelos de cultura celular. O extrato obtido a partir do pó de açaí induziu a apoptose das células de glioma C6 em ratos (HOGAN *et al.*, 2010). Compostos fenólicos isolados a partir da polpa do açaí diminuíram a proliferação de células HL-60 de leucemia (DEL POZO-INSFRAN, PERCIVAL e TALCOTT, 2006). Frações da polpa de açaí também inibiu a ação de enzimas responsáveis por processos inflamatórios e cancerígenos em células cerebrais de ratos (POULOSE *et al.*, 2012). A polpa congelada de açaí diminuiu os danos induzidos por peróxido de hidrogênio no cortex cerebral, hipocampo e cerebelo de ratos, sugerindo que o açaí pode retardar o desenvolvimento de doenças neurodegenerativas relacionadas à idade, como Parkinson e Alzheimer (SPADA *et al.*, 2009). Um suco de frutas, com açaí sendo o principal ingrediente, aumentou capacidade anti-inflamatória *in vitro* e proteção antioxidante *in vivo* no experimento duplo-cego cruzado (JENSEN *et al.*, 2008). Muitas evidências mostram uma correlação inversa entre dietas ricas em compostos polifenólicos e doenças cardiovasculares, e sugerem que a dieta rica em polifenóis pode proteger contra risco de doenças cardiovasculares. Este efeito benéfico dos polifenóis tem sido atribuído a sua atividade antioxidante que aumenta a biodisponibilidade de óxido nítrico e a vasodilatação, além do seu efeito antihipertensivo (BRAZ DE OLIVEIRA *et al.*, 2010).

Desde que a sua alta capacidade antioxidante foi revelada, inúmeras investigações concentraram-se em estudos associados com esta capacidade encontrada na polpa, suco ou extratos de açaí. O extrato de açaí foi utilizado para comparar os métodos antioxidantes na avaliação de alimentos e produtos naturais (HONZEL *et al.*, 2008). A capacidade antioxidante do açaí foi demonstrada através de diferentes tipos de ensaios, incluindo ensaio da capacidade de absorção de radicais de oxigênio (ORAC), a capacidade de evitar radical peroxinitrito e capacidade de evitar radical hidroxila (SCHAUSS *et al.*, 2006b). Quando estimada através do método ORAC, a capacidade antioxidante do açaí tem se mostrado como a mais elevada dentre todos os frutos e qualquer outro órgão vegetal relatados pelo United States Department of Agriculture (Wu *et al.*, 2004). Açaí também apresentou valores mais elevados de capacidade antioxidante quando comparado à maioria dos frutos coloridos escuros, quando a capacidade antioxidante foi medida através do método de eliminação total de radicais oxidantes (LICHTENTHALER *et al.*, 2005). Em outro estudo, a atividade antioxidante da polpa de açaí congelada foi determinada pelos métodos de oxidação do lipossoma e de co-oxidação do  $\beta$  – caroteno/ácido linoléico, e esteve entre as mais altas atrás apenas da polpa de acerola (HASSIMOTO, GENOVESE e LAJOLO, 2005).

Recentemente, tem sido mostrado que o consumo de suco de açaí ou polpa por voluntários humanos saudáveis causou um aumento significativo na capacidade antioxidante do plasma, o que indica que o açaí tem potencial antioxidante *in vivo* (MERTENS-TALCOTT *et al.*, 2008). Além disso, o açaí liofilizado apresenta propriedades antiinflamatórias, como demonstrado pela sua capacidade de inibir as atividades da ciclo-oxigenase-1 e ciclo-oxigenase-2 em culturas de células (SCHAUSS *et al.*, 2006b). Extratos de açaí também apresentam potente efeito vasodilatador em ratos (ROCHA *et al.*, 2007), inibem a produção de óxido nítrico pela ativação de células macrófagas RAW 264,7 (MATHEUS *et al.*, 2006). A maioria destes efeitos é atribuída à fração polifenólica do açaí, que é rico nas antocianinas cianidina-3-glicosídeo e cianidina-3-rutinosídeo (SCHAUSS *et al.*, 2006a).

A análise dos componentes fitoquímicos mostrou que a polpa de açaí tem um baixo conteúdo de açúcar, não sendo considerada como uma boa fonte de hidratos de carbono, todavia, a mesma é rica em lipídeos, com altos níveis

de ácidos graxos insaturados (oléico e linoléico), fitosteróis (b-sitosterol) e fibra dietética (SCHAUSS *et al.*, 2006a; SANABRIA e SANGRONIS, 2007). Todos estes compostos podem melhorar o perfil lipídico da dieta e, portanto, podem ter efeitos benéficos sobre doenças cardiovasculares, pois influenciam o controle nos níveis de colesterol, principalmente à fração LDL (POLI *et al.*, 2008).

Todavia, há poucos estudos científicos que avaliam os efeitos de açaí *in vivo*, sendo necessário mais investigações, pois a presença dos compostos no alimento não assegura seus efeitos e também para demonstrar os benefícios à saúde dos componentes do açaí, além do mecanismo de ação que precisa ser mais bem compreendido (PORTINHO, ZIMMERMANN e BRUCK, 2012).

## 2.2 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

O metabolismo do oxigênio nas células vivas leva à produção de radicais livres. Os radicais livres são definidos como moléculas ou átomos capazes de possuir existência independente contendo um ou mais elétrons não pareados em seu orbital exterior. São altamente instáveis, com meia vida curta e quimicamente muito reativos, podendo causar danos por reagir com praticamente qualquer molécula com a qual entra em contato (FERREIRA e ABREU, 2007).

Os organismos aeróbicos, durante a evolução, não apenas se adaptaram à existência de radicais livres, mas também desenvolveram mecanismos que permitiam o uso vantajoso destes radicais em vários processos fisiológicos nas células. Estes radicais, em baixas concentrações, podem atuar de maneira benéfica, em defesa contra agentes infecciosos como vírus e bactérias, produção de oxigenases (lipo-oxigenases e ciclo-oxigenases), formação de prostaglandinas e leucotrienos, dentre outras (VALKO *et al.*, 2007).

Para um funcionamento normal do organismo é necessário que haja um equilíbrio entre a produção de radicais livres e as defesas antioxidantes. Quando este equilíbrio não é verificado, devido a uma produção excessiva de radicais livres ou a uma deficiência nas defesas antioxidantes da célula, diz-se que o organismo está em “stress” oxidativo (FERREIRA e ABREU, 2007). Os



radicais livres, quando em excesso, podem danificar todo o tipo de biomoléculas, incluindo ácidos nucleicos, lipídios de membrana, proteínas e glicídios, inibindo a sua função normal (VALKO *et al.*, 2007; WOOTTON-BEARD e RYAN, 2011b). Desta forma, o stress oxidativo pode estar relacionado com um conjunto variado de fenômenos biológicos e numerosas patologias, incluindo processos inflamatórios, artrite reumatóide, asma, diabetes, cirrose, doenças cardiovasculares, doenças oculares, aterosclerose, doenças de Parkinson e Alzheimer, desordens cognitivas, câncer, necrose e o envelhecimento (VALKO *et al.*, 2007; SHEKHAWAT *et al.*, 2010).

Para proteção contra os radicais livres o ser humano evoluiu seu sistema de defesa com antioxidantes endógenos, o qual inclui várias enzimas e moléculas antioxidantes de alto e baixo peso molecular (VALKO *et al.* 2007). Devido à eficiência incompleta do nosso sistema endógeno de defesa e a existência de algumas situações fisiopatológicas, como fumaça de cigarro, poluentes do ar, radiação UV, dieta rica em ácidos graxos saturados, inflamação e isquemia em que espécies reativas de oxigênio são produzidos em excesso e na hora e lugar errado, antioxidantes da dieta são necessários para diminuir os efeitos cumulativos do dano oxidativo durante a vida (PIETTA, 2000).

Os antioxidantes são definidos como enzimas ou outras substâncias orgânicas, tais como a vitamina E ou o  $\beta$ -caroteno, capazes de atenuar os efeitos prejudiciais da oxidação em tecidos animais (HUANG, OU e PRIOR, 2005). As substâncias antioxidantes podem apresentar diferentes formas de proteção e agir em diversas etapas do processo oxidativo, funcionando por diferentes mecanismos e são, portanto, classificadas em duas categorias principais: antioxidantes primários e secundários.

Diversos estudos já comprovaram que antioxidantes exógenos, obtidos dos alimentos, principalmente os fitoquímicos, são importantes para a resistência ao estresse oxidativo. Os fitoquímicos englobam carotenoides ( $\beta$ -caroteno, luteína, zeaxantina e licopeno); compostos fenólicos: ácidos fenólicos, flavonoides (flavonóis, flavonas, antocianidinas e isoflavonoides), estibenos, cumarinas e taninos; alcalóides; compostos nitrogenados (derivados da clorofila, aminoácidos e aminas) e compostos organossulfurados (FERREIRA e ABREU, 2007; LIM, LIM e TEE, 2007).

A eficiência da ação antioxidante dos componentes bioativos dos vegetais depende de sua estrutura química e da concentração deste fitoquímico no alimento. Porém, sabe-se que esta concentração depende diretamente de fatores genéticos, condições ambientais, grau de maturação e variedade da planta (MELO *et al.*, 2006). Foi relatado que as contribuições de compostos fenólicos para as atividades antioxidante são muito maiores do que as da vitamina C (CONTRERAS-CALDERÓN *et al.*, 2011).

Devido à diversidade química de compostos antioxidantes presentes em alimentos e extratos vegetais torna-se muito difícil separar cada um deles e estudá-lo individualmente. Adicionalmente, compostos antioxidantes individuais não refletem necessariamente a capacidade antioxidante total de um determinado alimento, pois há interações sinérgicas ou antagônicas entre os diferentes compostos presentes (HUANG, OU e PRIOR, 2005). Os métodos de determinação da capacidade antioxidante mais amplamente utilizados são os métodos ABTS (2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzenothiazoline-6-sulfonic acid)) e DPPH(2,2-difenil-1-picril-hidrazil), devido à sua facilidade, rapidez, sensibilidade e a presença de antioxidantes leva ao desaparecimento do radical cromógeno. Recomenda-se que pelo menos dois ou mais destes ensaios sejam combinados para fornecer um quadro confiável da capacidade antioxidante total de um gênero alimentício (ALMEIDA *et al.*, 2011).

### 2.2.1 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos pertencem a uma classe de compostos que possuem pelo menos um grupo fenol – um grupo hidroxila em um anel aromático, o que possibilita atuar como agente redutor, exercendo proteção do organismo contra o estresse oxidativo (MELO *et al.*, 2006). Este é um grupo quimicamente heterogêneo de metabólitos vegetais secundários com aproximadamente 10.000 compostos, e formam um dos maiores e mais diversos grupos, sendo a sua distribuição quase ubíqua (PEREIRA *et al.*, 2009).

Estão presentes nos vegetais na forma livre ou ligados a açúcares (glicosídeos) e proteínas. São derivados metabólicos da fenilalanina e tirosina, produzidos em células vegetais. No entanto, não se apresentam

uniformemente distribuídos no vegetal, ocorrendo variações das classes e subclasses destes compostos, bem como das suas concentrações, em função da localização no vegetal. Estes compostos incluem os flavonoides, os ácidos fenólicos, os taninos, as cumarinas e os estilbenos (WANG *et al.*, 2011).

Fatores genéticos irão determinar quais classes e subclasses desses compostos serão sintetizadas (MELO *et al.*, 2006). Os teores e o perfil dos compostos fenólicos em plantas podem ainda variar em função da espécie, variedade, estresse ambiental a que foi submetida à planta, estádios de crescimento e maturação, além da metodologia analítica empregada na determinação dos mesmos.

Nos alimentos, os compostos fenólicos são os principais compostos responsáveis pelas características sensoriais relacionadas com adstringência, amargor e aroma, além da estabilidade oxidativa dos produtos derivados de vegetais, influenciando fortemente a qualidade dos frutos, pois contribuem sensorial e nutricionalmente com estes (SOOB RATTEE *et al.*, 2005). Por muito tempo, esses compostos foram associados negativamente à qualidade de alimentos vegetais pela ação antinutricional como, por exemplo, dos taninos, que complexam proteínas, diminuindo o valor nutricional e em alguns casos inibem a atividade de enzimas como tripsina e lipases. No entanto, muitos autores têm demonstrado correlação entre a concentração destes compostos e a capacidade antioxidante (CONTRERAS-CALDERÓN *et al.*, 2011).

Os compostos fenólicos têm despertado grande interesse devido ao seu alto teor nos vegetais e elevado poder antioxidante, capaz de evitar o estresse oxidativo de diferentes formas (CHEYNIER, 2005). Porém, os mecanismos de absorção e metabolismo e teores presentes na dieta podem afetar a eficiência da ação antioxidante dos compostos fenólicos e estes aspectos não estão totalmente esclarecidos (SOOB RATTEE *et al.*, 2005).

Estima-se que pessoas que consomem várias porções de frutas e hortaliças por dia, estejam ingerindo diariamente cerca de 1 g de fenólicos. Para a discussão sobre propriedades protetoras da saúde, os compostos fenólicos são agrupados em flavonoides e não flavonoides. Exemplos de fenólicos não flavonoides são os ácidos fenólicos, hidroxibenzóicos e hidroxicinâmicos. Os principais flavonoides incluem as antocianinas, flavonóis (quercetina e caempferol) e flavanóis (catequinas e proantocianidinas). No

açaí, a classe das antocianinas é a de maior interesse pelo conteúdo elevado (DEL POZO-INSFRAN, BRENES e TALCOTT, 2004).

Dentre os compostos fenólicos presentes em frutas e vegetais, os mais comumente encontrados são os flavonoides (AHERNE e O'BRIEN, 2002). As propriedades benéficas destes compostos podem ser atribuídas à sua capacidade de seqüestrar os radicais livres, podendo inibir os processos da oxidação em certos sistemas, mas não protegem as células e os tecidos de todos os tipos de danos oxidativos (PEREIRA *et al.*, 2009).

#### 2.2.1.1 Flavonoides

Os flavonoides possuem um amplo espectro de atividade biológica e aproximadamente 8.000 flavonoides foram identificados em plantas (AHERNE e O'BRIEN, 2002). Eles são encontrados em frutas, legumes, nozes, sementes, caules e flores, bem como chá, vinho, própolis e mel (CUSHNIE e LAMB, 2005), e representam um constituinte comum da dieta humana. São várias as funções destes compostos na natureza: compostos antimicrobianos, atração de polinizadores vegetais, proteção contra fungos patogênicos e radiação UV-B, controle da respiração e fotossíntese, morfogênese e determinação do sexo (CUSHNIE e LAMB, 2005).

Estes compostos, de baixa massa molecular, são formados por 15 átomos de carbono, organizados na configuração C6-C3-C6. Sua formação ocorre pela união de uma subunidade fenólica (anel A), proveniente da via do acetato, com uma subunidade da via do chiquimato, constituída por um anel aromático (anel B) ligado a uma cadeia com três átomos de carbono. A flavona é a estrutura base destes compostos, ou seja, são formados por dois anéis aromáticos (anéis A e B) unidos por três carbonos que formam um anel heterocíclico do tipo pirano, designado por anel C (PEREIRA *et al.*, 2009). As diferenças estruturais encontradas no anel C permitem classificar os diferentes flavonoides nas classes: flavonas, flavonóis, flavanonas, flavanóis, antocianidinas e isoflavonoides (Figura 2.4) (FERREIRA e ABREU, 2007; MARÇO, POPPI e SCARMINIO, 2008).

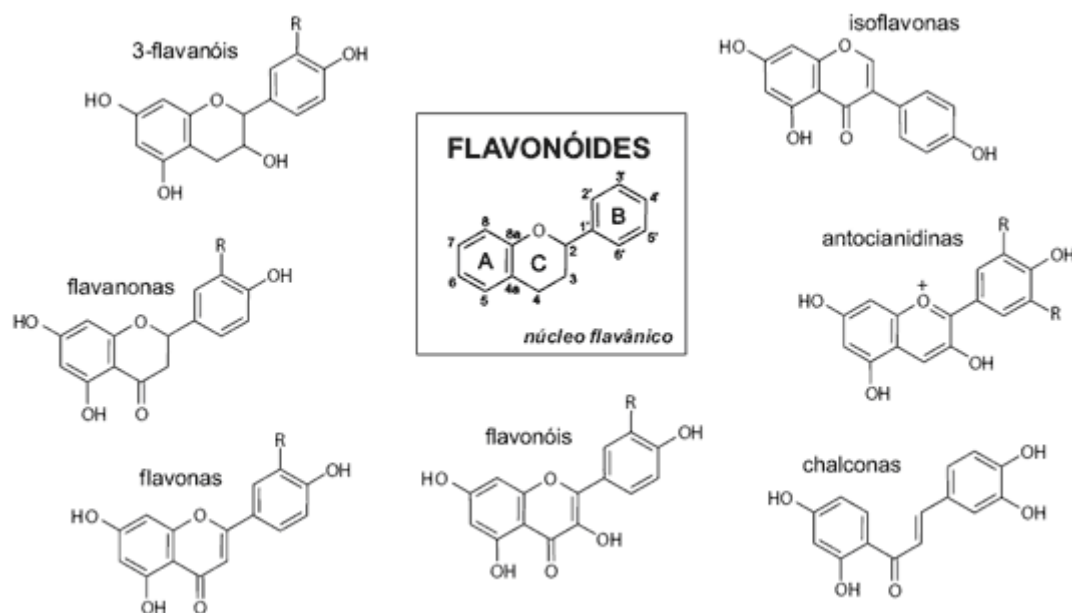


FIGURA 2.4 – Estruturas gerais dos principais flavonóides.  
FONTE: Modificada pelo autor (2014)

#### 2.2.1.1.1 Antocianinas

Na maioria dos alimentos que utilizam matérias primas naturais, a coloração é conferida, em grande parte, por substâncias da classe dos flavonoides. As duas classes de flavonoides consideradas como mais importantes são os flavonóis e as antocianidinas (MARÇO, POPPI e SCARMINIO, 2008). Antocianidinas pertencem ao grupo dos flavonoides/fenilpropanoides e apresentam como estrutura fundamental o cátion flavílico. Estes compostos são solúveis em água, e constituem os pigmentos naturais mais importantes de plantas vasculares, conferindo coloração laranja, rosa, vermelha, violeta e azul a flores, folhas, raízes e frutos (CASTAÑEDA-OVANDO *et al.*, 2009; CAVALCANTI, SANTOS e MEIRELES, 2011).

As antocianidinas possuem um esqueleto básico C6-C3-C6, igual à de todos os flavonoides, porém diferem dos demais por apresentarem o cátion flavílico como estrutura fundamental (MARÇO, POPPI e SCARMINIO, 2008). Sua biossíntese e acúmulo dependem de alguns fatores como luz, temperatura, condição nutricional, hormônios, danos mecânicos e ataque de patógenos. As antocianidinas (agliconas) consistem de um anel aromático [A] ligado a um anel heterocíclico de [C], que contém oxigênio, que também é

ligado por uma ligação carbono-carbono para um terceiro anel aromático [B] (MARÇO, POPPI e SCARMINIO, 2008). Quando as antocianidinas são encontradas na forma glicosilada (ligado a uma porção de açúcar) eles são conhecidos como antocianinas. As substituições no anel B contribuem para a variação de cor, porém, o pH, concentração na solução e a presença de co-pigmentos são também fatores importantes nessa variação (WROLSTAD,DURST e LEE,2005).

As antocianinas se apresentam no vegetal na forma de mono ou diglicosídeos (Figura 2.5) e podem ainda sofrer acilações nas moléculas dos carboidratos, em muitos casos por ácidos tais como *p*-cumárico, cafeico, ferrúlico ou sinápico (Figura 2.6). A presença do açúcar, ácidos, grupos metóxilo e hidroxila têm importante efeito na estabilidade e cor das antocianinas. As principais diferenças entre elas são o número de grupos hidroxila, a natureza e número de açúcares ligados à molécula, a posição desta ligação, a natureza e o número de ácidos alifáticos ou aromáticos ligados a moléculas de açúcar (KONG *et al.*, 2003).

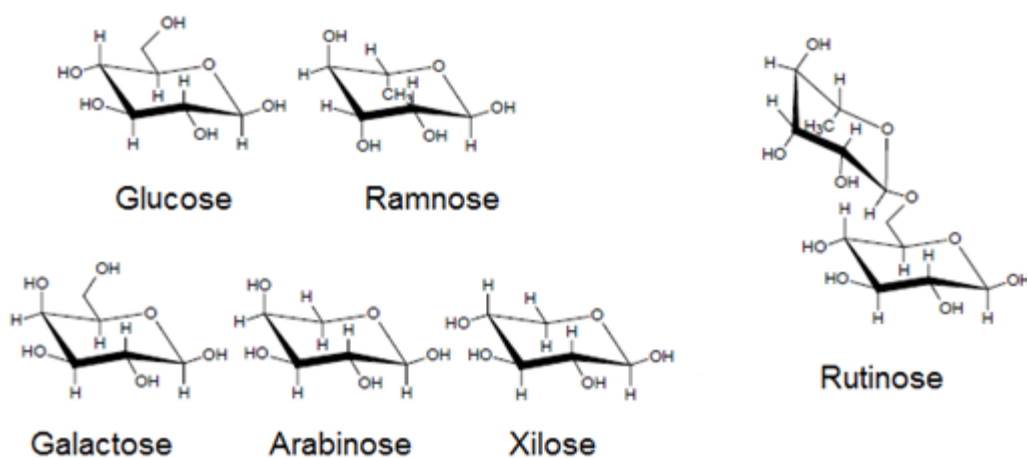


FIGURA 2.5 – Carboidratos mais comuns em antocianinas.  
FONTE: O autor (2014)

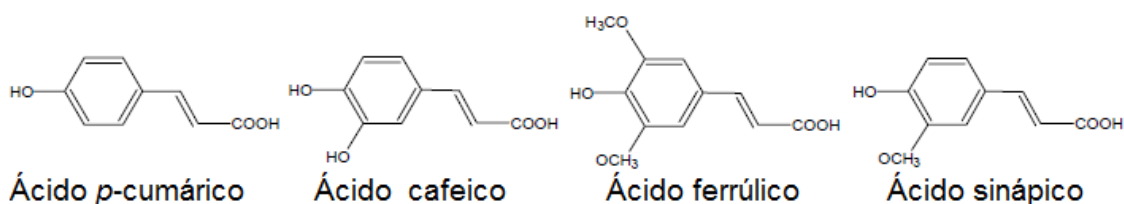


FIGURA 2.6 – Ácidos mais comuns em antocianinas.  
FONTE: O autor (2014)

Há relatos de mais de 500 antocianinas diferentes (CASTAÑEDA-OVANDO *et al.*, 2009) e 31 antocianidinas identificadas, sendo que 90% das antocianinas isoladas na natureza baseiam-se em seis antocianidinas: pelargonidina (Pg), cianidina (Cy), delphinidina (Dp), peonidina (Pn), petunidina (Pt) e malvidina (Mv) (Figura 2.7) (CAVALCANTI, SANTOS e MEIRELES, 2011). Os glicosídeos derivados de três antocianidinas (Cy, Dp e Pg) são os mais comuns na natureza, presente em 69% dos frutos. A cianidina é a mais comum, na distribuição de antocianidinas em frutos ela está presente em 50%. A antocianina mais comum é a cianidina-3-glicosídeo (KONG *et al.*, 2003; CASTAÑEDA-OVANDO *et al.*, 2009).

As principais antocianinas encontradas na polpa do açaí são a cianidina-3-glucosídeo, cianidina-3-rutinosídeo (PACHECO-PALENCIA, HAWKEN e TALCOTT, 2007), pelargonidina-3-glucosídeo (DEL POZO-INSFRAN, BRENES e TALCOTT, 2004), cianidina-3-sambiosídeo, peonidina-3-glucosídeo, peonidina-3-rutinosídeo (LICHTENTHALER *et al.*, 2005) As cianidinas são a maioria entre as antocianinas do açaí, sendo que a mais freqüente é a cianidina-3-rutinosídeo, seguida da cianidina-3-glucosídeo (SCHAUSS *et al.*, 2006a).

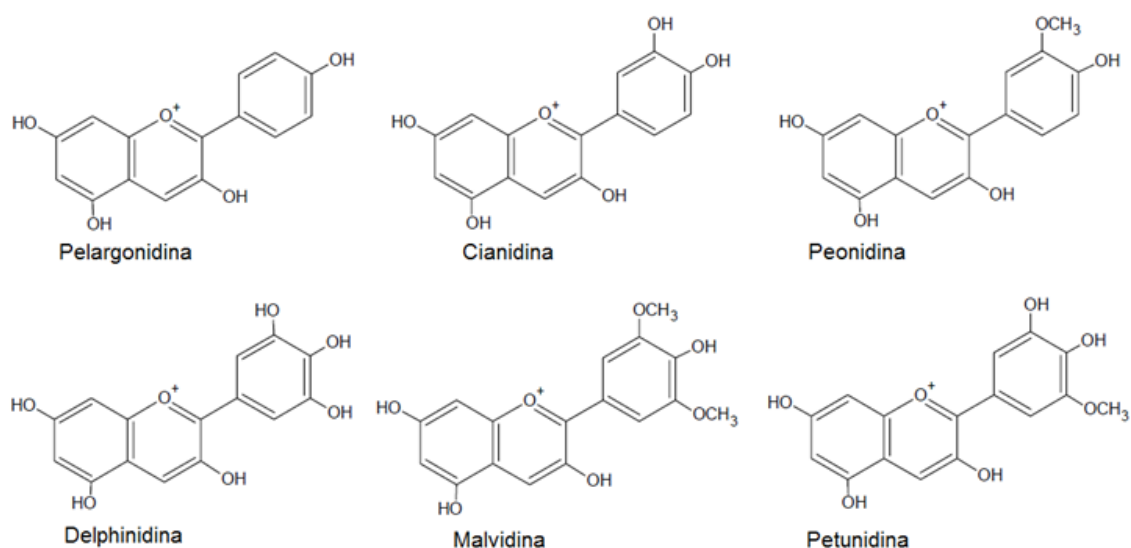


FIGURA 2.7 – Principais antocianidinas.  
FONTE: O autor (2014)

## 2.3 CONSERVAÇÃO DE FRUTOS

Atualmente a busca por alimentos nutritivos, seguros e saudáveis vem aumentando a demanda por produtos naturais. Frutos são importantes para as plantas, pois protegem as sementes durante o seu desenvolvimento e facilitam a sua dispersão no ambiente e são úteis para os animais em geral e seres humanos, pois compõe parte significativa da dieta. Devido à sua natureza perecível, os frutos são susceptíveis à deterioração pós-colheita, o que prejudica sua preservação. Na América Latina, as perdas de frutos e vegetais ultrapassam os 50%, sendo 30% na produção agrícola, manuseio e armazenamento pós-colheita (FAO, 2011). Portanto, vários trabalhos têm sido feitos para compreender os mecanismos de regulação do amadurecimento do fruto, com a finalidade de retardar ou controlar este processo fisiológico que provoca tanto desperdício (TRAINOTTI, PAVANELLO e CASADORO, 2005).

A deterioração pode ocorrer em qualquer fase entre a colheita e o consumidor final e pode ser provocada por alterações físicas, químicas, enzimáticas e microbiológicas que podem ser evitadas por técnicas de preservação. A maioria destas técnicas atua inibindo o crescimento microbiano como: a refrigeração, congelamento, desidratação, embalagem a vácuo, atmosfera modificada, acidificação, fermentação e adição de conservantes. Algumas técnicas agem pela inativação dos microrganismos como: a pasteurização, esterilização e irradiação, além das novas técnicas que incluem: alta pressão hidrostática, ultra-som e tecnologia de obstáculos (GOULD, 1996).

A refrigeração e o congelamento de alimentos são geralmente considerados superiores a outras técnicas de conservação de alimentos, no que diz respeito à retenção dos atributos sensorial e propriedades nutritivas, pois retarda o metabolismo e estende a vida de prateleira. Congelamento é muitas vezes empregado por manter as características, com perda mínima de nutrientes, tais como vitaminas, e teor antioxidante durante longos períodos. Tanto a refrigeração como o congelamento conservam os alimentos por meio da desaceleração de reações enzimáticas, senescência e crescimento microbiano, porém estes processos não são interrompidos totalmente. O resultado pode ser o desenvolvimento de odores, mudanças na cor, no sabor e textura, além de perda de nutrientes. Além disso, a mudança de fase da água



provocada pelo congelamento perturba a integridade celular e compartimentação, aumentando as alterações físico-químicas indesejáveis. Apesar das baixas temperaturas serem eficazes por preservar alimentos alguma deterioração na qualidade dos alimentos ocorre durante o armazenamento (HERNÁNDEZ-MUÑOZ *et al.*, 2006; PATRAS, TIWARI e BRUNTON, 2011).

A polpa de açaí é um produto extremamente perecível, que sofre alterações em suas características físicas, químicas e sensoriais em pouco tempo, mesmo sob refrigeração. Esta alta perecibilidade está relacionada principalmente à ação deteriorante dos microrganismos e à atividade de enzimas, dentre as quais se destacam a peroxidase (POD) e a polifenoloxidase (PPO). Estudos indicam uma alta carga microbiana para a polpa de açaí comercializado na região norte do Brasil, tendo sido encontradas amostras positivas para coliformes fecais, bolores e leveduras, com valores acima do estabelecido pela legislação, agregando ao problema da deterioração do produto, o risco à saúde pública (SOUSA *et al.*, 2006; PORTINHO, ZIMMERMANN e BRUCK, 2012). A alta contaminação inicial se deve a alguns fatores: riqueza nutricional, principalmente em lipídeos e proteínas; alta umidade relativa e temperatura na época da safra que favorecem o crescimento microbiano (POMPEU, BARATA e ROGÉZ, 2009). Estudos de contaminação de frutos indicam que a maior parte dessa contaminação ocorre no pós-colheita, ou seja, a contaminação com coliformes fecais e outras bactérias com risco para a saúde de fato só ocorre depois da colheita, devido ao contato dos frutos com recipientes e superfícies contaminadas e também devido à falta de higiene das pessoas que manuseiam os frutos (MOCHIUTTI *et al.*, 2006). Isto evidencia que bons procedimentos de higiene na colheita, transporte e processamento dos frutos podem reduzir muito a contaminação no produto final. Conseqüentemente, a conservação do produto exige que sejam estabelecidos, ao longo da cadeia de transformação da matéria-prima, mecanismos de controle. Nesse sentido, os tratamentos para a conservação devem buscar eliminar os microrganismos patogênicos e deteriorantes, além de inativar as reações químicas e bioquímicas que alteram a qualidade dos frutos. Todavia, tratamentos como os térmicos, por exemplo, podem degradar as antocianinas, principais componentes de interesse, que influenciam na

atividade antioxidante e modificar negativamente as características sensoriais, como cor do produto, perda do aroma e sabor amargo e adstringente. (DEL POZO-INSFRAN, PERCIVAL e TALCOTT, 2006; SOUSA *et al.*, 2006; TONON, BRABET e HUBINGER, 2008).

Os tratamentos mais utilizados visando à melhoria na conservação da polpa de açaí são a lavagem dos frutos, despulpamento (Figura 2.8), seguido do seu congelamento. Diversos autores mencionam que a conservação através de congelamento não garante a estabilidade nutricional e sensorial em especial dos pigmentos, se a polpa produzida não foi submetida a nenhum outro tratamento que inative a ação enzimática, como, por exemplo, a diminuição do pH (HUBINGER, ALEXANDRE e CUNHA, 2004). Novos métodos de conservação da polpa do açaí como a desidratação (MELO, BARBOSA e ALVES, 1998), irradiação (SOUTO, 2001), emprego da alta pressão hidrostática (MENEZES *et al.*, 2008), efeito da fervura (SOUSA *et al.*, 2006) e a tecnologia de obstáculos (HUBINGER, ALEXANDRE e CUNHA, 2004) foram testados com o objetivo de prolongar a vida de prateleira e preservar as características originais do produto. Apesar dos estudos proporcionarem os objetivos acima, eles foram apenas parcialmente alcançados ou algumas barreiras foram observadas como: tecnologia utilizada cara e de manuseio qualificado, perda de características sensoriais ou ainda inativação enzimática apenas parcial.

### 2.3.1 Tratamentos com cálcio

O cálcio é um constituinte natural de parede celular e lamela média dos vegetais, tendo um papel importante na manutenção da estrutura celular e na qualidade das frutas e legumes. O aumento no teor de cálcio na parede celular pode ajudar a diminuir a perda de peso (LIMA *et al.*, 2005). O cálcio associa-se às cadeias de pectina nas paredes celulares resultando no reforço da parede e conseqüentemente na manutenção da firmeza do fruto (GARCÍA *et al.*, 1996).



FIGURA 2.8 – Despolpadora vertical.  
FONTE: O autor (2014)

A aplicação de cálcio durante o crescimento ou pós-colheita é usada para aumentar a vida pós-colheita em frutos como maçãs e goiabas (DA MOTA *et al.*, 2002), além de retardar a maturação e desenvolvimento de fungos em morangos e framboesas e melhorar a firmeza de mirtilos (GARCÍA *et al.*, 1996). As formas de aplicação do cálcio em frutas e vegetais são impregnação, imersão e pulverização (MARTÍN-DIANA *et al.*, 2007).

As formas de cálcio que são mais utilizadas quando o objetivo é preservação e/ou aumento da firmeza do produto são o lactato de cálcio, cloreto de cálcio, fosfato de cálcio, propionato de cálcio e gluconato de cálcio. O cloreto de cálcio tem sido amplamente utilizado como agente de preservação e firmeza na indústria de frutos e legumes (MARTÍN-DIANA *et al.*, 2007).

### 2.3.2 Tratamentos com Metil jasmonato

O ácido jasmônico, seu metil éster (MeJa) e seus derivados coletivamente referidos como jasmonatos, são amplamente distribuídos no reino vegetal e sintetizados a partir do ácido linolênico e linoleico, através da

rota dos ácidos octadecanóicos (FARMER e RYAN, 1992). O MeJa é um composto de fórmula similar a das prostaglandinas, hormônios de origem animal envolvidos com respostas inflamatórias (AVANCI *et al.*, 2010). Em plantas, o MeJa foi descoberto em jasmim, planta que deu origem ao seu nome.

A atividade biológica do MeJa é altamente variável e dependente de sua concentração nos tecidos. Quando aplicado em concentrações maiores que 50  $\mu\text{mol/L}$  causa senescência e até fitotoxicidade. Em concentrações que variam de 1 a 10  $\mu\text{mol/L}$ , atua na indução da expressão de genes relacionados com defesa, dentre outros genes, sem causar senescência (HARTMOND *et al.*, 2000). Em pesquisas de pós-colheita, o metil jasmonato se mostrou capaz de promover a biossíntese de metabólitos secundários, reduzir doenças pós-colheita em culturas hortícolas, inibir deterioração de morangos, cerejas, tomates, toranjas, peras e nêspas, devido a sua atividade antifúngica (ZHANG *et al.*, 2009), reduzir a taxa respiratória e inibir a PPO (CAO *et al.*, 2009), induzir a resistência contra patógenos e inibir a ocorrência de dano por frio em abobrinha, toranja, manga, mamão e goiaba (GONZÁLEZ-AGUILAR, ZAVALA-GATICA e HERNÁNDEZ, 2007), além de proteger as plantas contra pragas herbívoras (RODRIGUEZ-SAONA, POLASHOCK e MALO, 2013).

Os jasmonatos são compostos que ocorrem naturalmente e são administrados em baixas concentrações sendo favorável ao meio ambiente por reduzir o uso de produtos químicos. Metil jasmonato tem um aroma agradável e suas propriedades químicas promovem sua ligação na superfície de materiais poliméricos, o que pode prolongar a presença de MeJa em armazéns ou câmaras de fumigação. Portanto, os tratamentos com MeJa em forma de vapor ou solução se constituem em alternativa no controle de podridões pós-colheita de produtos frutícolas, apresentando vantagens como, ser natural, não tóxico e de fácil aplicação (MACHADO, COUTINHO e ANTUNES, 2005).

### 2.3.3 Tratamentos com Aminoetoxivinilglicina

Aminoetoxivinilglicina (AVG) é um composto descoberto no começo dos anos 70. A AVG inibe as enzimas dependentes de piridoxalfosfato, dentre

estas a ACC (ácido 1-carboxílico-1-aminociclopropano) sintase, enzima relacionada com a produção de etileno (BIDDINGTON, 1992). O etileno é capaz de acelerar o amadurecimento de vários frutos e tem papel importante na regulação do amadurecimento no fruto climatérico.

As aplicações pré e pós-colheita de AVG foram avaliadas para o aprimoramento de produção e qualidade de atributos dos frutos climatéricos. Abscisão pré-colheita e maturação de maçãs são eventos regulados por etileno (DO AMARANTE *et al.*, 2002). A AVG pode reduzir a produção de etileno, reduzindo queda pré-colheita e a incidência de amadurecimento precoce de frutos como a maçã e a nectarina (LURIE e CRISOSTO, 2005; AMARANTE, STEFFENS e BLUM, 2010). Na maçã foi observado aumento de rendimento por redução de queda pré-colheita e aumento do volume dos frutos colhidos posteriormente, pois os frutos podem aumentar seu tamanho em 1% por dia a mais que permanecerem na planta (PETRI, LEITE e ARGENTA, 2007).

A aplicação pré-colheita de AVG pode reduzir a incidência de doenças bióticas (STEFFENS, GIEHL e BRACKMANN, 2005) e de distúrbios fisiológicos abióticos pós-colheita em maçãs, tais como escaldadura, pingode-mel, rachadura peduncular e na casca, e polpa farinácea (AMARANTE, STEFFENS e BLUM, 2010). O AVG também teve efeito na redução do amadurecimento prematuro de pera (CLAYTON *et al.*, 2000), aumentou o tempo de armazenamento de pêssgo (LURIE e CRISOSTO, 2005), preveniu o pico de respiração climatérico, reduzindo a produção de etileno e o amadurecimento em abacate (STARRETT e LATIES, 1991) e reduziu a produção de etileno em milho e melão (MULKEY, KUZMANOFF e EVANS, 1982; SHELLIE, 1999).

No entanto, o AVG pode prejudicar a qualidade das frutas inibindo o desenvolvimento de cor vermelha da pele e produção de compostos voláteis (DO AMARANTE *et al.*, 2002), em função da redução na síntese de antocianinas na epiderme (WHALE *et al.*, 2008), além de retardar a degradação de clorofilas e o acúmulo de carotenóides comprometendo assim a qualidade visual dos frutos (AMARANTE, STEFFENS e BLUM, 2010).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar o potencial efeito de tratamentos de frutos de açaí com  $\text{CaCl}_2$ , MeJa e AVG sobre a conservação pós-colheita de frutos de açaí.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

a) Avaliar o potencial efeito do cloreto de cálcio sobre o teor de flavonoides totais, antocianinas totais, sólidos solúveis e acidez titulável totais, variação de coloração e capacidade antioxidante de frutos de açaí.

b) Avaliar o potencial efeito do metil jasmonato sobre o teor de flavonoides totais, antocianinas totais, sólidos solúveis e acidez titulável totais, variação de coloração e capacidade antioxidante de frutos de açaí.

c) Avaliar o potencial efeito do aminoetoxivinilglicina sobre o teor de flavonoides totais, antocianinas totais, sólidos solúveis e acidez titulável totais, variação de coloração e capacidade antioxidante de frutos de açaí.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 MATERIAL VEGETAL

Frutos da palmeira *Euterpe Oleracea Martius* (açaí) foram colhidos no período vespertino na Estação Experimental de Morretes do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR), na Rodovia Miguel Buffara, km 8, na cidade de Morretes-PR, que fica a aproximadamente 50 metros de altitude em relação ao nível do mar, latitude 25° 28' e longitude 48° 50', clima temperado úmido com verão temperado (*Koppen climate classification system*). Os frutos foram colhidos quando visualmente maduros, ou seja, na cor roxo-escura (POMPEU, BARATA e ROGÉZ, 2009) e depois levados para o laboratório em uma caixa térmica em temperatura entre 5 e 10° C, entre os meses de agosto e dezembro de 2013. Para a produção da polpa, os frutos foram higienizados em solução de hipoclorito 30 ppm de cloro por 30 minutos, enxaguados em temperatura ambiente, tratados e despulpados manualmente em contato com água à temperatura de cerca de 45° C por 50 minutos (POMPEU, BARATA e ROGÉZ, 2009).

### 4.2 REAGENTES

Reagente fenólico de Folin-Ciocalteu; 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH); 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzenothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS); 2, 4, 6-Tri (2-piridil)-s-triazina (TPTZ); Trolox (6-Hydroxy-2, 5, 7,8-tetramethylchroman-2-ácido carboxílico) e padrão de flavonoides (quercetina) foram adquiridos da Sigma-Aldrich Co. (Saint Louis, MO, U.S.A.).

Persulfato de Potássio; Acetato de sódio trihidratado; Ácido acético glacial; Ácido clorídrico; Ácido Gálico; Nitrito de sódio; Hidróxido de sódio; Cloreto de alumínio; Cloreto férrico hexahidratado; Sulfato ferroso heptahidratado foram adquiridos da Labsynth (Diadema, SP, Brasil).

### 4.3 TRATAMENTOS

Os frutos de açaí foram tratados com três compostos diferentes: o Cloreto de Cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ), o Aminoetoxivinilglicina (AVG) e o Metil Jasmonato (MeJa) (Figura 4.1).

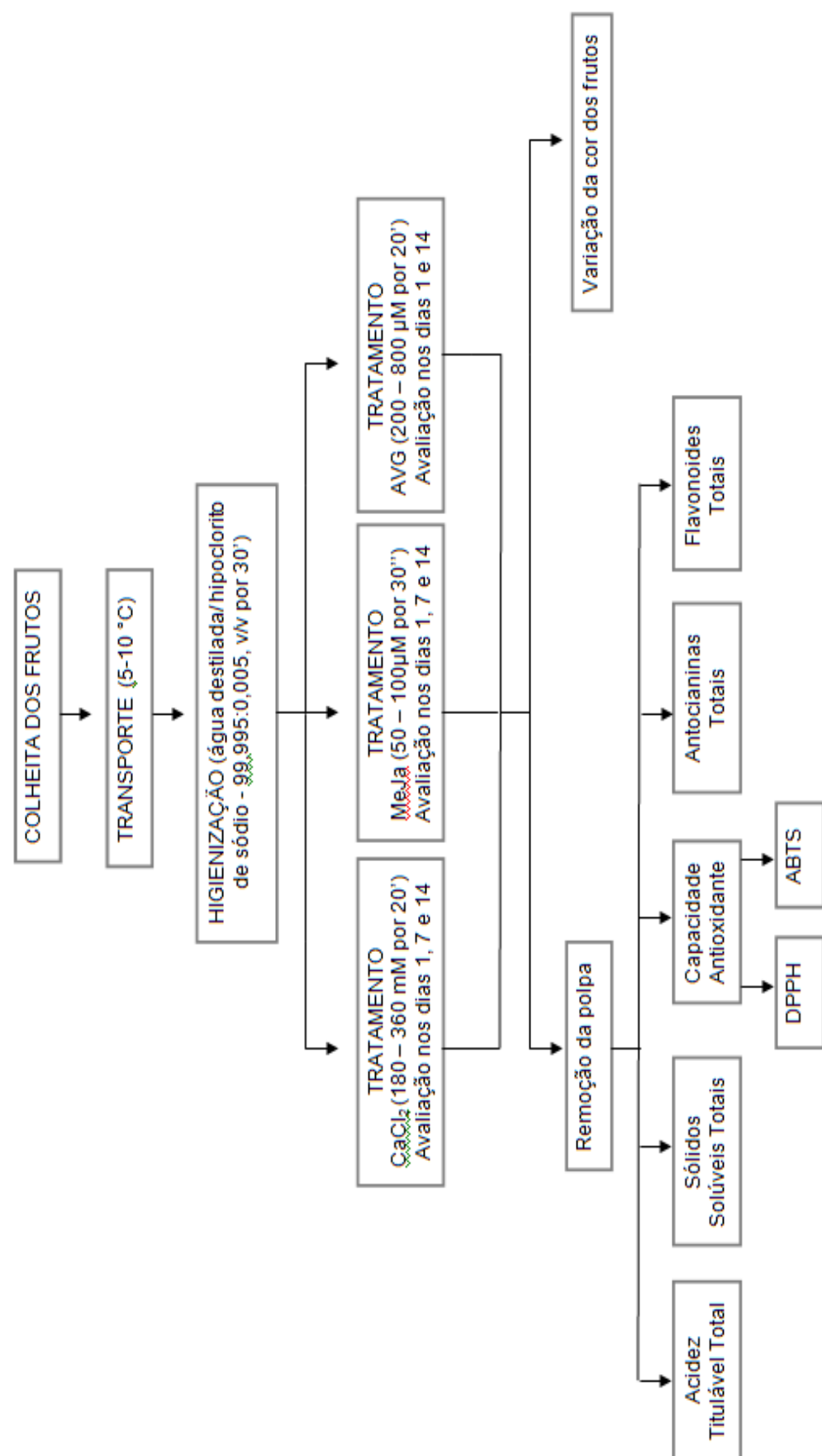


FIGURA 4.1 – Fluxograma dos tratamentos dos frutos e das análises realizadas para comparação dos tratamentos.  
FONTE: O autor (2014)



#### 4.3.1 CaCl<sub>2</sub>

No experimento foram utilizadas duas soluções aquosas de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) de 180 e 360 mM (IRFAN *et al.*, 2013). Frutos de açaí (0,5 kg) foram mergulhados por 20 minutos nas soluções de CaCl<sub>2</sub> e aguardado sua secagem, em seguida transferidos para caixas de poliestireno expandido e mantidos a  $11 \pm 1,5$  °C por 14 dias. O teor de flavonoides, antocianinas, sólidos solúveis e acidez titulável totais, variação de coloração e capacidade antioxidante foram determinadas nos dias 1, 7 e 14 (AGHDAM *et al.*, 2013). Frutos controle (0,5 kg) foram mergulhados em água por 20 minutos e tratados em seguida como os frutos tratados com CaCl<sub>2</sub>.

#### 4.3.2 MeJa

Neste experimento foram utilizadas duas soluções de MeJa de 100 µM e 50µM (0,27% de acetona). O MeJa foi diluído em acetona, e em seguida adicionado de água destilada de maneira a se obter as concentrações finais desejadas. Os frutos foram mergulhados e em seguida retirados, permanecendo em contato com a solução por cerca de 30 segundos, sendo em seguida transferidos para caixas de poliestireno expandido e mantidos a  $11 \pm 1,5$  °C por 14 dias. O teor de flavonoides, antocianinas, sólidos solúveis e acidez titulável totais, variação de coloração e capacidade antioxidante foram determinadas nos dias 1, 7 e 14. Frutos-controle foram mergulhados em solução de água e acetona (0,27% de acetona) e em seguida tratados como os frutos tratados com MeJa.

#### 4.3.3 AVG

Neste experimento foram utilizadas duas soluções aquosas de AVG de 200µM e 800µM. Frutos de açaí foram mergulhados por 20 minutos nas soluções de AVG, sendo em seguida transferidos para caixas de poliestireno expandido e mantidos a  $11 \pm 1,5$  °C por 14 dias. O teor de flavonoides, antocianinas, sólidos solúveis e acidez titulável totais, variação de coloração e capacidade antioxidante foram determinadas nos dias 1 e 14. Frutos-controle foram mergulhados em água por 20 minutos e tratados em seguida como os frutos tratados com AVG.

#### 4.4 DETERMINAÇÕES ANALÍTICAS

Todas as análises foram feitas em triplicatas e repetida mais uma vez.

##### 4.4.1 Determinação do teor de antocianinas totais (TAT)

Foi feita uma extração por meio da homogeneização de 0,5 g da polpa do fruto, obtida como descrito no item 2.1, em 25 ml de uma solução com 85% de etanol e 15 % de HCl durante um período de 16 horas de repouso a temperatura de 4°C e ao abrigo da luz. Em seguida, os extratos foram filtrados através de papel filtro Whatman nº 1 (GE Healthcare, Buckinghamshire, United Kingdom) e a sua absorbância foi medida no comprimento de onda de 535 nm em espectrofotômetro UV-1600, PRÓ-ANÁLISE (Cotia, SP, Brasil). Os resultados foram expressos em mg /100 g de polpa e calculados através da fórmula: fator de diluição x absorbância/98,2 (FRANCIS, 1989).

##### 4.4.2 Determinação do teor de flavonoides totais (TFT)

A extração foi realizada conforme a metodologia descrita por Prior e colaboradores (2001). Foram pesados 2,0 g da polpa e em seguida adicionados 40 mL de uma mistura contendo acetona/ água/ ácido acético (70:29:1, v/v/v). A extração foi realizada através de banho de ultra-som (ULTRASONIC CLEANER, UNIQUE, Indaiatuba, SP, Brasil) por uma hora à temperatura ambiente. Posteriormente, a mistura foi centrifugada (EXCELSA II, FANEM, São Paulo, SP, Brasil) a 16.900 x g por 25 minutos a 20°C. O sobrenadante foi removido e usado como extrato bruto para determinação do conteúdo de flavonoides totais e atividade antioxidante.

A determinação do teor de flavonoides totais foi realizada adicionando-se 0,25 mL do extrato bruto a 1,5 mL de água destilada, seguido da adição de 150 µL de solução aquosa de nitrito de sódio ( $\text{NaNO}_2$ ) 5% (m/v). Após 5 minutos à temperatura ambiente, foi adicionado 300 µL de solução aquosa de cloreto de alumínio hexahidratado ( $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ) 10% (m/v) e a solução resultante foi mantida em repouso por 6 minutos à temperatura ambiente e depois adicionado 1,0 mL de NaOH 1M. O volume final foi acertado para 5,0 mL com água destilada (ZHISHEN, MENGCHENG e JIANMING, 1999). A

absorbância foi então medida a 415 nm e os teores de flavonoides totais expressos como g de equivalentes de quercetina (EQ) por 100 g de polpa.

#### 4.4.3 Determinação da atividade antioxidante por DPPH (AAD)

Em ambiente escuro, uma alíquota de 0,1 mL de extrato obtido como descrito no item 4.4.2. foi transferida para tubo de ensaio com 3,9 mL de 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH) 0,06 mmol/L e então homogeneizada. O mesmo procedimento foi feito trocando o extrato pela solução controle. Após 30 minutos a absorbância foi medida a 515 nm e o resultado foi expresso em g fruto/g DPPH (BRAND-WILLIAMS, CUVELIER e BERSET, 1995).

#### 4.4.4 Determinação da atividade antioxidante por ABTS (AAA)

O radical  $\text{ABTS}^+$  foi preparado a partir da reação de 5 ml da solução estoque de 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzenothiazoline6-sulfonic acid) (ABTS) 7 mmol/L com 88  $\mu\text{L}$  da solução de persulfato de potássio e permaneceu em repouso durante 16 horas no escuro, após isso foi diluído 1 ml desta mistura com álcool etílico até uma absorbância de  $0,70 \text{ nm} \pm 0,05 \text{ nm}$  a 734 nm (NENADIS *et al.*, 2004). Em ambiente escuro, uma alíquota de 30  $\mu\text{L}$  de extrato obtido como descrito no item 2.4.2. foi transferida para tubo de ensaio com 3,0mL do radical  $\text{ABTS}^+$  e homogeneizados em agitador de tubos. O mesmo procedimento foi feito trocando o extrato pela solução controle. Após 6 minutos, a absorbância foi medida a 734 nm e o resultado foi expresso em  $\mu\text{mol/L}$  trolox /g fruto (NENADIS *et al.*, 2004).

#### 4.4.5 Acidez titulável total (ATT)

A acidez foi determinada a partir da polpa do fruto obtida como descrito no item 2.1, pesou-se 5 g dessa polpa às quais foram acrescidos 100 mL de água destilada, seguido de homogeneização, adicionando-se em seguida 0,3 mL de solução de fenolftaleína a 1% como indicador. Esta solução foi titulada com NaOH 0,1 M sob agitação constante, até que se fosse observada coloração rósea persistente por 30 segundos. O resultado foi expresso em g equivalente de ácido cítrico/100 g de polpa (Adolfo Lutz, 2008).

#### 4.4.6 Sólidos solúveis totais (SST)

A determinação dos sólidos solúveis totais foi feita por refratometria, utilizando-se um refratômetro de mesa, a partir da polpa do fruto obtida como descrito no item 2.1., após filtração através de algodão. A leitura foi feita após um minuto sob temperatura constante de 20° C.

#### 4.4.7 Cor

A coloração dos frutos foi avaliada através da utilização de um espectrofotômetro de reflectância ("Miniscan XE Plus", modelo 45/0-L, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston, VA, USA) com sistema CIELab de três parâmetros com resolução 0,01. Estes parâmetros são: L\* (indica a luminosidade do branco (100) ao preto (0)), a\* (indica a cor verde (-) ao vermelho (+)) e b\* (indica a cor azul (-) ao amarelo (+)). 15 frutos de cada tratamento foram selecionados e submetidos à leitura de reflectância em triplicatas.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 FRUTOS TRATADOS COM AVG

#### 5.1.1 TFT

O TFT (Figura 5.1) para o grupo de frutos controle variou entre 49,8 e 48,1mg (EQ) /100g, para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 19,8 e 18,4 mg (EQ) /100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 200  $\mu$ M de AVG, o TFT variou entre 48,4 e 47,3 mg (EQ) /100g, para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 12,9 e 12,6mg (EQ) /100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 800  $\mu$ M de AVG, o TFT variou entre 48,4 e 45,5mg (EQ) /100g, para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 15,4 e 14,6 mg (EQ) /100g para 14 dias após o início do experimento. Houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o TFT quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com AVG independente da concentração. O TFT após 14 dias foi maior nos frutos controle quando comparados aos frutos tratados, independente da concentração de AVG.

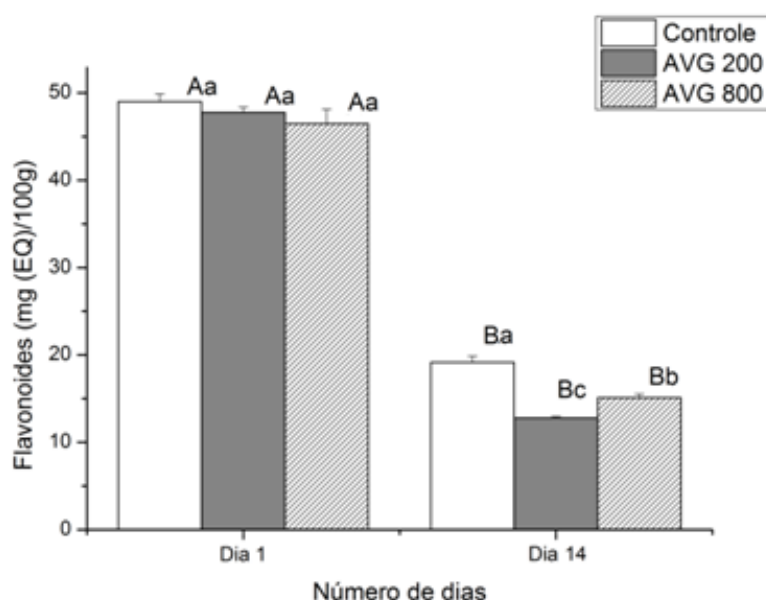


FIGURA 5.1 – Variação no TFT para frutos tratados ou não com AVG, 1 dia e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças no TFT para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças no TFT para as diferentes concentrações de AVG utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

O TFT observado neste estudo para frutos de açaí (*E. oleraceae*) está acima dos valores observados por Borges e colaboradores (2011), de 36,3 mg (EQ) /100g para frutos de açaí jussara (*E. edulis*). Todavia, estas diferenças no TFT podem ser resultado de fatores como diferentes condições climáticas, além de diferenças interespecíficas. Ozturk e colaboradores (2012) trataram frutos de ameixa duas semanas antes da data provável de colheita com AVG e demonstraram que os tratamentos com AVG em geral diminuíram o teor individual de diversos flavonoides (Epicatequina, Catequina, Rutina, Quercetina e Naringerina). Os resultados deste trabalho são semelhantes aos encontrados acima, todavia, a comparação direta entre estes resultados fica prejudicada uma vez que são espécies diferentes e os tratamentos foram aplicados em momentos distintos do ciclo das culturas.

#### 5.1.2 TAT

O TAT (Figura 5.2) para o grupo de frutos controle variou entre 67,7 e 64,6 mg/100g, para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 16,9 e 16,4 mg/100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 200  $\mu$ M de AVG, oTAT variou entre 62,8 e 61,3mg/100g, para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 17,1 e 16,7 mg/100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 800  $\mu$ M de AVG, o TAT variou entre 66,9 e 61,2mg/100g, para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 17,4 e 17,0 mg/100g para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o TAT quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com AVG, independente da concentração de AVG empregada e do número de dias após o tratamento. Pompeu, Barata e Rogez (2009) obtiveram, em fruto de açaí, uma concentração inicial de antocianinas de 87,9 mg/100g e após 70 horas de armazenamento a 10° C essa concentração foi de 68,2 mg/100g de açaí. O resultado da concentração inicial de antocianinas é semelhante ao encontrado para açaí no primeiro dia deste experimento. Whale e colaboradores (2008) trataram frutos de maçãs com AVG antes da colheita. Maçãs não apresentaram diferença estatística no TAT entre frutos tratados e não tratados com AVG. Os resultados deste trabalho são semelhantes aos encontrados acima, todavia, a comparação direta entre estes resultados fica prejudicada uma vez que são

espécies diferentes e os tratamentos foram aplicados em momentos distintos do ciclo das culturas. No caso da maçã o tratamento foi feito na pré-colheita, e neste trabalho, o açaí foi tratado no pós-colheita. O etileno pode estimular a biossíntese de antocianina, enquanto o AVG pode inibir ou retardar essa biossíntese (AWAD e DE JAGER, 2002). Neste estudo, aparentemente não houve efeito inibidor ou promotor do AVG sobre o TAT.

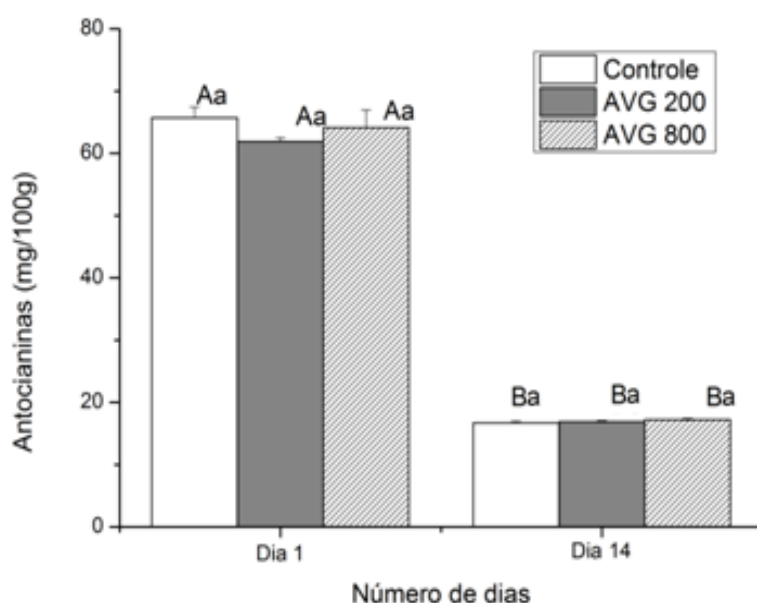


FIGURA 5.2 – Variação no TAT para frutos tratados ou não com AVG, 1 dia e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças no TAT para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças no TAT para as diferentes concentrações de AVG utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

### 5.1.3 AAD

A AAD (Figura 5.3) para o grupo de frutos controle variou entre 2183,1 e 2332,3 g fruto/g DPPH, para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 5542,2 e 5931,7 g fruto/g DPPH para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 200  $\mu$ M de AVG, a AAD variou entre 2228,7 e 2480 g fruto/g DPPH para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 6658,3 e 7008,3 g fruto/g DPPH para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 800  $\mu$ M de AVG, a AAD variou entre 2414,2 e 2550,7 g fruto/g DPPH para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 5904,7 e 6129,5 g fruto/g DPPH para 14 dias após o início do experimento. Houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para a AAD quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com AVG. A atividade antioxidante após

14 dias foi maior nos frutos controle quando comparados aos frutos tratados, independente da concentração de AVG. Tsantili e colaboradores (2010) observaram valores de DPPH menores em azeitonas tratadas com AVG em comparação com azeitonas não tratadas, tendo sido o efeito do AVG sobre a capacidade antioxidante atribuído a atraso na maturação do fruto induzido pelo AVG. Estes resultados são semelhantes aos encontrados para o açaí neste experimento. Os valores de DPPH deste experimento para frutos de açaí no dia 1 estão abaixo dos valores observados por Rufino e colaboradores (2010) de  $4264 \pm 1381$  g/g DPPH em frutos de açaí fresco. Esta diferença pode ser explicada pelos diferentes métodos de extração empregados entre os trabalhos ou ainda pelo tempo de incubação que foi menor neste trabalho (30 minutos), pois as reações do DPPH com certos compostos fenólicos podem ser reversíveis, resultando em leituras menores. Além disso, Almeida e colaboradores (2011) sugerem que os valores da capacidade antioxidante devem ser comparados quando forem utilizados métodos iguais.

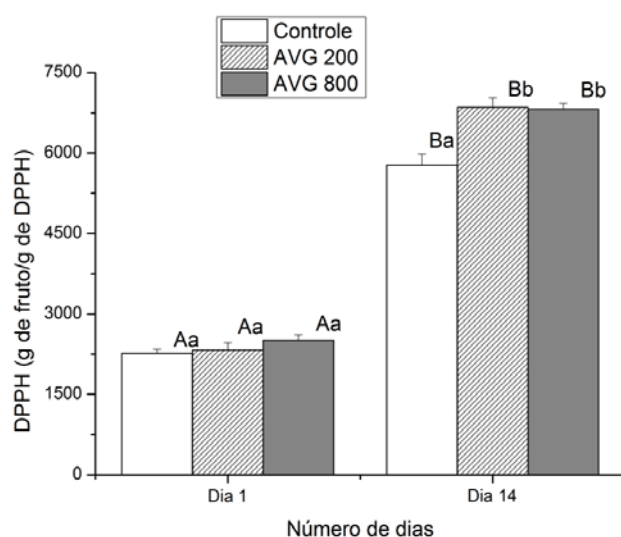


FIGURA 5.3 – Variação na AAD para frutos tratados ou não com AVG, 1 dia e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças na AAD para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças na AAD para as diferentes concentrações de AVG utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

#### 5.1.4 SST e ATT

O teor de SST (Figura 5.4) para frutos tratados e não tratados com AVG variou entre 8,0 e 7,0°Brix, tanto para o dia seguinte ao início do



experimento quanto para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o teor de SST quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com AVG, independente da concentração de AVG empregada e do número de dias após o tratamento. Petri, Leite e Argenta (2007) trataram frutos de maçãs com AVG em 4 épocas antes da colheita (45; 30; 15 e 7 dias antes da colheita). Maçãs apresentaram atraso no aumento do teor de SST quando tratadas com AVG. Clayton e colaboradores (2000) trataram frutos de pera com duas concentrações de AVG em 4 épocas antes da colheita (28; 21; 14 e 7 dias antes da colheita). As peras não apresentaram diferenças no teor de SST entre os frutos tratados e não tratados com AVG. D'Aquino e colaboradores (2010) também trataram frutos de pera com duas concentrações de AVG 15 dias antes da colheita, e também não encontraram diferenças no teor de SST nos frutos tratados e não tratados. Os resultados deste estudo são semelhantes aos descritos anteriormente para frutos de maçãs e pera, no qual o teor de SST não apresentou diferenças significativas para frutos tratados ou não tratados com AVG.

A ATT (Figura 5.4) para o grupo de frutos controle variou entre 236 e 181mg de ácido cítrico/100 g, para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 221 e 185 mg de ácido cítrico/100 g para 14 dias após o início do experimento. Para frutos tratados com 200  $\mu$ M de AVG, ATT variou entre 228 e 189 mg de ácido cítrico/100 g para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 227 e 182 mg de ácido cítrico/100 g para 14 dias após o início do experimento. Para frutos tratados com 800  $\mu$ M de AVG, ATT variou entre 213 e 184 mg de ácido cítrico/100 g para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 206 e 194 mg de ácido cítrico/100 g para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para ATT quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com AVG, independente da concentração de AVG empregada e do número de dias após o tratamento. Steffens, Giehl e Brackmann (2005) trataram frutos de maçãs com AVG em 4 épocas de colheita (131; 138; 145 e 152 dias após o pleno florescimento). Maçãs não apresentaram diferença estatística na ATT entre frutos tratados e não tratados com AVG. Os resultados encontrados por Steffens, Giehl e Brackmann (2005) para maçãs são semelhantes aos

resultados encontrados para açaí neste trabalho, todavia, a comparação direta entre estes resultados fica prejudicada uma vez que os tratamentos foram aplicados em momentos distintos do ciclo das culturas, no caso da maçã o tratamento foi feito na pré-colheita, e neste trabalho, o açaí foi tratado no pós-colheita.

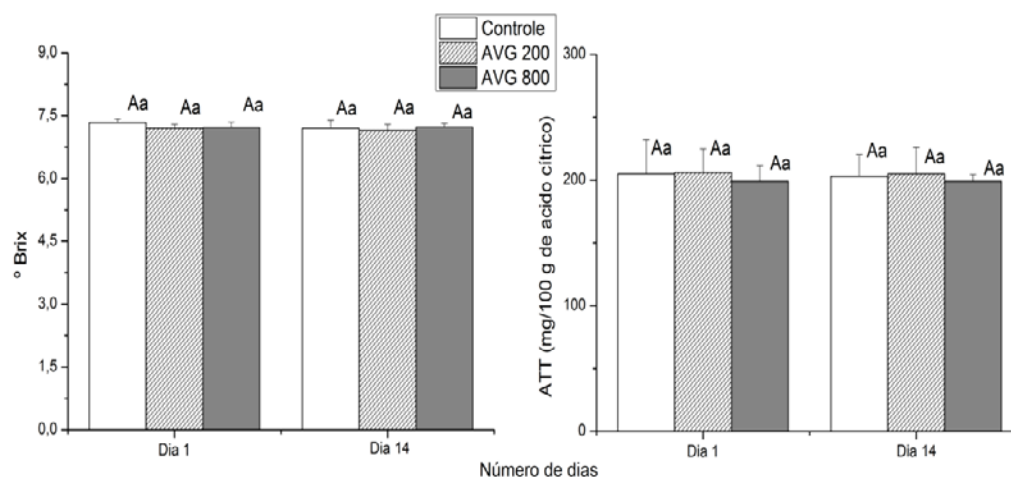


FIGURA 5.4 – Variação no teor de SST e na ATT para frutos tratados ou não com AVG, 1 dia e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças no teor de SST e na ATT para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças no teor de SST e na ATT para as diferentes concentrações de AVG utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

#### 5.1.5 Parâmetros de cor

Nas análises colorimétricas (Figura 5.5) realizadas nos frutos controle demonstraram que o parâmetro  $a^*$  (cor verde (-) ao vermelho (+)) de coloração para o grupo de frutos controle variou entre 3,66 a 1,21, para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 2,76 e 0,98 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 200  $\mu\text{M}$  de AVG, o parâmetro  $a^*$  variou entre 3,11 e 1,97 para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 3,01 e 0,76 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 800  $\mu\text{M}$  de AVG variou entre 4,02 e 0,99 para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 3,01 e 0,45 para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o parâmetro  $a^*$  de coloração quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com AVG, independente da concentração de AVG empregada e do número de dias após o tratamento.

O parâmetro  $b^*$  (cor azul (-) ao amarelo (+)) de coloração (Figura 5.5) para o grupo de frutos controle variou entre 2,12 a -0,34, para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 1,86 a -0,41 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 200  $\mu\text{M}$  de AVG, o parâmetro  $b^*$  variou entre 2,09 e -0,33 para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 1,61 e -0,42 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 800  $\mu\text{M}$  de AVG, o parâmetro  $b^*$  variou entre 2,66 e -0,21 para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 2,01 e -0,49 para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o parâmetro  $a^*$  de coloração quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com AVG, independente da concentração de AVG empregada e do número de dias após o tratamento.

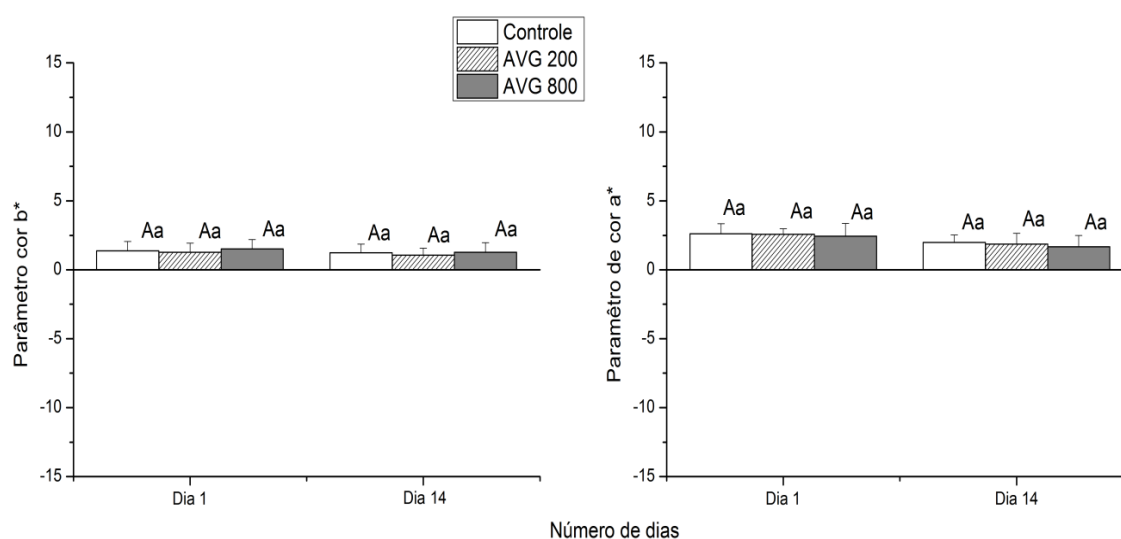


FIGURA 5.5 – Variação nos parâmetros de cor  $a^*$  e  $b^*$  para frutos tratados ou não com AVG, 1 dia e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças nos parâmetros de cor para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças nos parâmetros de cor para as diferentes concentrações de AVG utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

O parâmetro  $L^*$  (luminosidade do branco (100) ao preto (0)) de coloração (Figura 5.6) para o grupo de frutos controle variou entre 30,1 a 19,2, para o dia seguinte ao início do experimento e entre 28,7 a 11,3 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 200  $\mu\text{M}$  de AVG, o parâmetro  $L^*$  variou entre 37,9 e 16,1 para o dia seguinte ao início do

experimento, e entre 33,2 e 14,9 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 800  $\mu\text{M}$  de AVG, o parâmetro  $L^*$  variou entre 41,3 e 15,4 para o dia seguinte ao início do experimento, e entre 34,9 e 13,8 para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o parâmetro  $a^*$  de coloração quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com AVG, independente da concentração de AVG empregada e do número de dias após o tratamento.

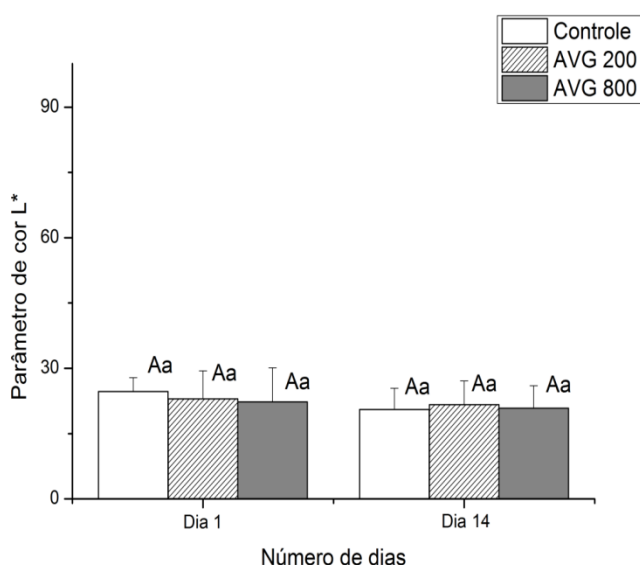


FIGURA 5.6 – Variação no parâmetro de cor  $L^*$  para frutos tratados ou não com AVG, 1 dia e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças nos parâmetros de cor para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças nos parâmetros de cor para as diferentes concentrações de AVG utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

Celli (2011) tratou pitangas com AVG pós-colheita e observou diferença estatística somente para o parâmetro  $a^*$  de coloração, quando frutos tratados foram comparados a frutos não tratados. Os frutos tratados com concentrações mais altas de AVG apresentaram valores negativos para o parâmetro  $a^*$ , indicando frutos mais verdes. Celli (2011) acredita que esse resultado seja proveniente do atraso no amadurecimento do fruto induzido pelo efeito do AVG.

## 5.2 FRUTOS TRATADOS COM MEJA

### 5.2.1 TFT

O TFT (Figura 5.7) para o grupo de frutos controle variou entre 65,1 e 61,2 mg (EQ) /100g, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 29,0 e 26,6 mg (EQ) /100g para 7 dias após o início do experimento e entre 18,6 e 14,8 mg (EQ) /100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 50  $\mu$ M de MeJa, o TFT variou entre 65,6 e 60,8 mg (EQ) /100g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 36,6 e 31,1mg (EQ) /100g para 7 dias após o início do experimento e entre 23,7 e 21,7 mg (EQ) /100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 100  $\mu$ M de MeJa, o TFT variou entre 63,7 e 61,3 mg (EQ) /100g, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 34,9 e 31,6 mg (EQ) /100g para 7 dias após o início do experimento e entre 24,7 e 19,7 mg (EQ) /100g para 14 dias após o início do experimento. Houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o TFT quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com MeJa.

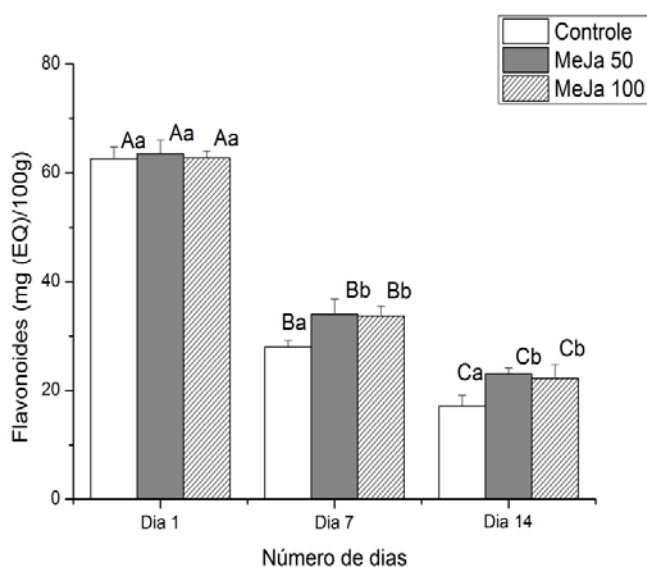


FIGURA 5.7 – Variação no TFT para frutos tratados ou não com MeJa, 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças no TFT para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças no TFT para as diferentes concentrações de MeJa utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

O teor médio de flavonoides após 14 dias foi maior nos frutos tratados quando comparados aos frutos controle, independente da concentração de

MeJa. Cao e colaboradores (2009) trataram frutos de nêspas com MeJa após a colheita e armazenamento a 1 °C por mais de 35 dias e a cada 7 dias amostras foram avaliadas para o teor de flavonoides, sendo observado um teor maior de flavonoides nos frutos tratados com MeJa, em todos os dias (7; 14; 21; 28; 35) do experimento. Os resultados deste trabalho são semelhantes aos encontrados na literatura. González-Aguilar e colaboradores (2004) trataram frutos de goiaba com MeJa após a colheita e observaram aumento na atividade de fenilalanina amônia-liase (PAL) nos frutos tratados em comparação aos frutos não tratados, enzima esta envolvida na síntese de metabolitos secundários, como os flavonoides.

#### 5.2.2 TAT

O TAT (Figura 5.8) para o grupo de frutos controle variou entre 59,4 e 58,5 mg/100g, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 32,9 e 30,7 mg/100g para 7 dias após o início do experimento e entre 21,6 e 19,9 mg/100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 50 µM de MeJa, o TAT variou entre 59,8 e 57,6 mg/100g, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 40,2 e 39,5 mg/100g para 7 dias após o início do experimento e entre 29 e 27,6 mg/100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 100 µM de MeJa, o TAT variou entre 59,0 e 57,3 mg/100g, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 39,6 e 38,1 mg/100g para 7 dias após o início do experimento e entre 29,2 e 27,6 mg/100g para 14 dias após o início do experimento. Houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o TAT quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com MeJa. O teor médio de antocianinas totais após 7 e 14 dias foi maior nos frutos tratados quando comparados aos frutos controle, independente da concentração de MeJa. Huang, Shang e Meng (2014) trataram frutos de mirtilos com MeJa após a colheita e armazenamento a 1 °C por 28 dias. Após o dia 21 foi observado um aumento significativo nas antocianinas dos frutos tratados com MeJa em comparação com o controle. Os resultados deste trabalho são semelhantes a literatura. Cao e colaboradores (2009) trataram frutos de nêspas com MeJa após a colheita, e observaram que a atividade da enzima PPO (polifenoloxidase) foi menor nos frutos tratados quando comparada com frutos não tratados com MeJa. PPO participa da

oxidação dos compostos fenólicos e estando sua atividade diminuída é possível que estes compostos sejam degradados mais lentamente, nos frutos tratados com MeJa.

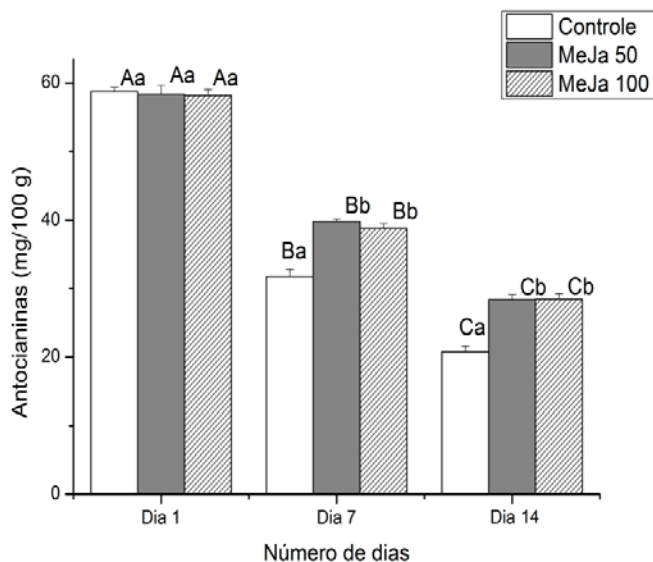


FIGURA 5.8 – Variação no TAT para frutos tratados ou não com MeJa, 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças no TAT para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças no TAT para as diferentes concentrações de MeJa utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

### 5.2.3 AAD

A AAD (Figura 5.9) para o grupo de frutos controle variou entre 889,4 e 988,2 g fruto/g DPPH para o dia seguinte o início do experimento, entre 1541,9 e 1696,1 g fruto/g DPPH para 7 dias após o início do experimento e entre 1901,4 e 2091,5 g fruto/g DPPH para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 50  $\mu$ M de MeJa, a AAD variou entre 891,6 e 980,8 g fruto/g DPPH para o dia seguinte ao início do experimento, entre 1416,5 e 1640,2 g fruto/g DPPH para 7 dias após o início do experimento e entre 1784,9 e 1878,9 g fruto/g DPPH para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 100  $\mu$ M de MeJa, a AAD variou entre 867,4 e 963,8 g fruto/g DPPH, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 1418,7 e 1576,3 g fruto/g DPPH para 7 dias após o início do experimento e entre 1903,4 e 2091,6 g fruto/g DPPH para 14 dias após o início do experimento. Não houve diferença estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para a AAD, quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com MeJa, independente da

concentração de MeJa empregada e do número de dias após o tratamento. Cao e colaboradores (2009) trataram frutos de nêspersas com MeJa após a colheita e armazenamento a 1 °C por mais de 35 dias e a cada 7 dias de intervalo amostras foram avaliadas sendo observado que o valor de DPPH só foi maior, estatisticamente, nos frutos tratados, a partir do dia 14. Os resultados deste trabalho para o dia 7 são semelhantes ao descrito por Cao e colaboradores (2009) anteriormente e diferentes a partir do dia 14. Essa diferença pode ser devido ao fruto de açaí apresentar alto teor de antocianinas, o que não é observado em frutos de nêspersas, as antocianinas podem se sobrepor ao DPPH no momento da leitura no espectrofotômetro e desta forma podem subestimar o valor da capacidade antioxidante (ALMEIDA *et al.*, 2011).

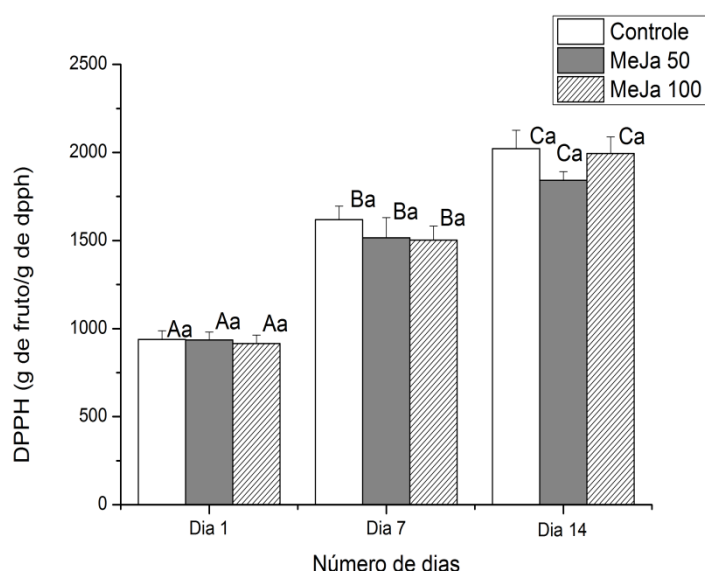


FIGURA 5.9 – Variação na AAD para frutos tratados ou não com MeJa, 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças na AAD para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças na AAD para as diferentes concentrações de MeJa utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

#### 5.2.4 AAA

A AAA (Figura 5.10) para o grupo de frutos controle variou entre 38,5 e 34,6  $\mu\text{M}$  Trolox/g para o dia seguinte o início do experimento, entre 16,0 e 14,4  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 7 dias após o início do experimento e entre 12,1 e 10,9  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 50  $\mu\text{M}$  de MeJa, a AAA variou entre 39,0 e 35,1  $\mu\text{M}$  Trolox/g para o dia seguinte ao



início do experimento, entre 16,4 e 14,7  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 7 dias após o início do experimento e entre 14,2 e 12,9  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 100  $\mu\text{M}$  de MeJa, a AAA variou entre 37,4 e 33,7  $\mu\text{M}$  Trolox/g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 16,5 e 14,9  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 7 dias após o início do experimento e entre 14,5 e 13,2  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 14 dias após o início do experimento. Houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para a AAA quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com MeJa. O valor médio da AAA após 14 dias foi maior nos frutos tratados quando comparados aos frutos controle, independente da concentração de MeJa. Sayyari e colaboradores (2011) trataram romãs com MeJa após a colheita, sendo observado que a capacidade antioxidante medida por ABTS foi maior nos frutos tratados do que em frutos não tratados. Estes resultados são semelhantes aos encontrados para açaí neste trabalho. O MeJa pode promover a formação de compostos como: estilbenos e flavonoides, que são conhecidos por aumentar a atividade antioxidante (NOPO-OLAZABAL *et al.*, 2014).

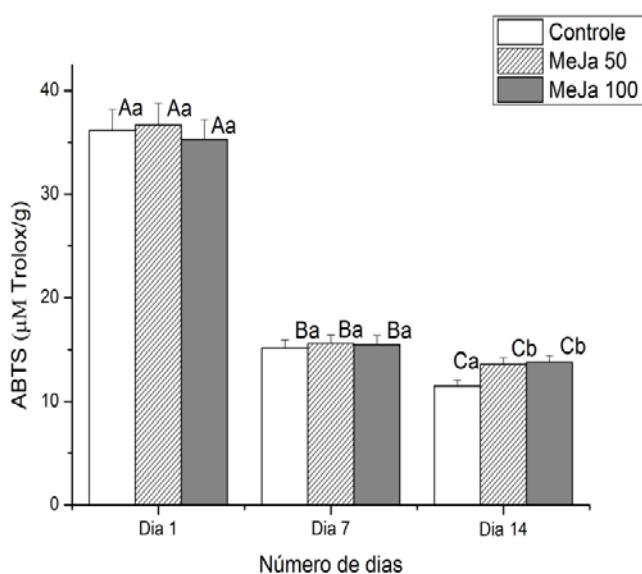


FIGURA 5.10 – Variação na AAA para frutos tratados ou não com MeJa, 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças na AAA para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças na AAA para as diferentes concentrações de MeJa utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

### 5.2.5 SST e ATT

O teor de SST (Figura 5.11) para frutos tratados e não tratados com MeJa variou entre 7,5 e 6,5 °Brix, tanto para o dia seguinte ao início do experimento quanto para os 7 e 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o teor de SST quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com MeJa, independente da concentração de MeJa empregada e do número de dias após o tratamento. Sayyari e colaboradores (2011) trataram frutos de romã com MeJa após a colheita e armazenamento a 2 °C. Romãs não apresentaram diferenças no teor de SST entre os frutos tratados e não tratados com MeJa. González-Aguilar, Zavaleta-Gatica e Hernández (2007) trataram frutos de goiaba com MeJa após a colheita e armazenamento a 5 °C durante 15 dias. Goiabas também não apresentaram diferenças no teor de SST entre frutos tratados e não tratados com MeJa. Os resultados descritos acima para romãs e goiabas, juntamente com os dados descritos no presente estudo indicam que o MeJa, pelo menos nas concentrações empregadas, pode não alterar significativamente o teor de SST em frutos, de maneira generalizada.

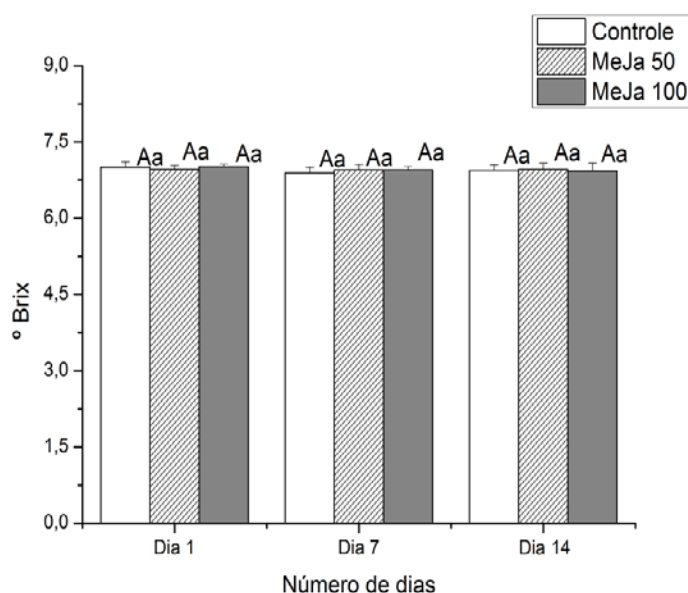


FIGURA 5.11 – Variação no teor de SST para frutos tratados ou não com MeJa, 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças no teor de SST para os diferentes dias após o tratamento, enquanto que letras minúsculas representam diferenças no teor de SST para as diferentes concentrações de MeJa utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

A ATT (Figura 5.12) para o grupo de frutos controle variou entre 220 e 175mg de ácido cítrico/100 g, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 226 e 177mg de ácido cítrico/100 g para 7 dias após o início do experimento e entre 229 e 174mg de ácido cítrico/100 g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 50  $\mu$ M de MeJa, a ATT variou entre 209 e 171mg de ácido cítrico/100 g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 214 e 185mg de ácido cítrico/100 g para 7 dias após o início do experimento e entre 220 e 161mg de ácido cítrico/100 g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 100  $\mu$ M de MeJa, a ATT variou entre 227 e 179 mg de ácido cítrico/100 g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 206 e 185 mg de ácido cítrico/100 g para 7 dias após o início do experimento e entre 214 e 185 mg de ácido cítrico/100 g para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para ATT quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com MeJa, independente da concentração de MeJa empregada e do número de dias após o tratamento.

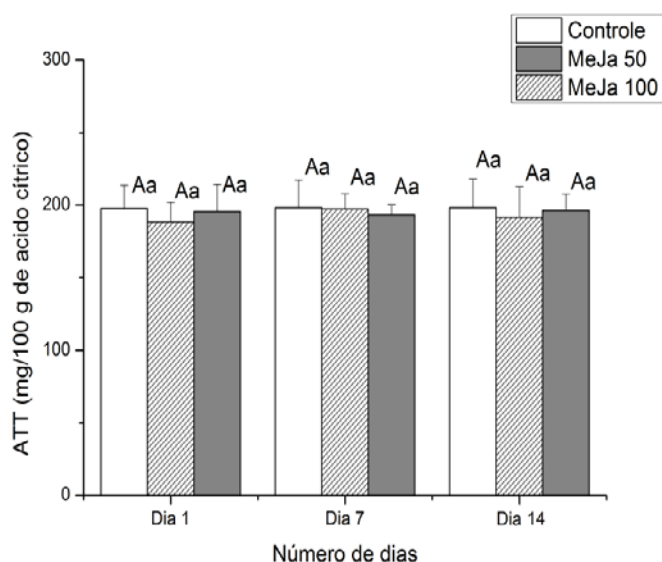


FIGURA 5.12 – Variação na ATT para frutos tratados ou não com MeJa, 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças na ATT para os diferentes dias após o tratamento, enquanto que letras minúsculas representam diferenças na ATT para as diferentes concentrações de MeJa utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

González-Aguilar, Zavaleta-Gatica e Hernández (2007) trataram frutos de goiaba com MeJa após a colheita e armazenamento a 5 °C durante 15 dias. Goiabas não apresentaram diferenças na ATT entre frutos tratados e não tratados com MeJa. Sayyari e colaboradores (2011) trataram frutos de romãs com MeJa após a colheita e armazenamento a 2 °C. Romãs também não apresentaram diferenças na ATT entre os frutos tratados e não tratados com MeJa. Os resultados deste experimento são semelhantes ao encontrado na literatura, isto é, MeJa em baixas concentrações (até 200 µM) possivelmente não altera significativamente a ATT nos frutos em geral.

#### 5.2.6 Parâmetros de cor

Nas análises colorimétricas (Figura 5.13) realizadas nos frutos controle demonstraram que o parâmetro  $a^*$  (cor verde (-) ao vermelho (+)) de coloração para o grupo de frutos controle variou entre 3,31 a 0,91, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 2,71 e 0,89 para 7 dias após o início do experimento e entre 2,66 e 0,77 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 50 µM de MeJa, o parâmetro  $a^*$  variou entre 4,19 e 1,13 para o dia seguinte ao início do experimento, entre 3,61 e 1,03 para 7 dias após o início do experimento e entre 3,39 e 1,06 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 100 µM de MeJa, o parâmetro  $a^*$  variou entre 4,02 e 0,99 para o dia seguinte ao início do experimento, entre 3,64 e 0,92 para 7 dias após o início do experimento e entre 3,31 e 0,90 para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o parâmetro  $a^*$  de coloração quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com AVG, independente da concentração de AVG empregada e do número de dias após o tratamento.

O parâmetro  $b^*$  (cor azul (-) ao amarelo (+)) de coloração grupo de frutos controle variou entre 2,16 a 0,23, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 1,96 e -0,49 para 7 dias após o início do experimento e entre 1,88 e 0,12 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 50 µM de MeJa, o parâmetro  $b^*$  variou entre 1,78 e 0,33 para o dia seguinte ao início do experimento, entre 1,61 e -0,06 para 7 dias após o início

do experimento e entre 1,93 e -0,65 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 100  $\mu\text{M}$  de MeJa, o parâmetro  $b^*$  variou entre 2,40 e 0,33 para o dia seguinte ao início do experimento, entre 2,21 e -0,23 para 7 dias após o início do experimento e entre 2,17 e 0,03 para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o parâmetro  $a^*$  de coloração quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com MeJa, independente da concentração de MeJa empregada e do número de dias após o tratamento.

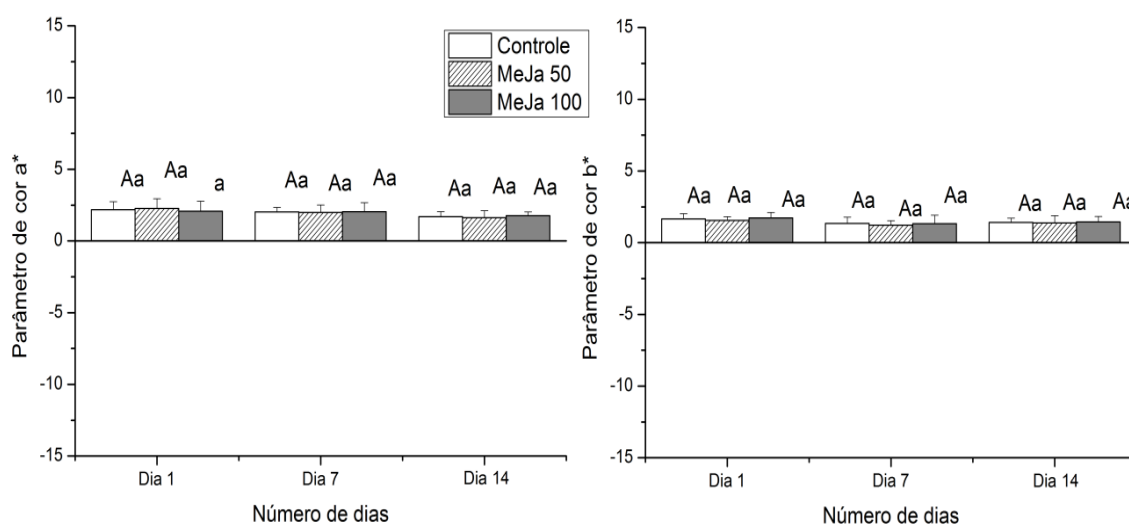


FIGURA 5.13 – Variação nos parâmetros de cor  $a^*$  e  $b^*$  para frutos tratados ou não com MeJa, 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças nos parâmetros de cor  $a^*$  e  $b^*$  para os diferentes dias após o tratamento, enquanto que letras minúsculas representam diferenças nos parâmetros de cor  $a^*$  e  $b^*$  para as diferentes concentrações de MeJa utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

O parâmetro  $L^*$  (Figura 5.14) (luminosidade do branco (100) ao preto (0)) de coloração para o grupo de frutos controle variou entre 30,1 a 17,8, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 29,2 e 12,2 para 7 dias após o início do experimento e entre 26,1 e 15,5 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 50  $\mu\text{M}$  de MeJa, parâmetro  $L^*$  variou entre 34,5 e 18,3 para o dia seguinte ao início do experimento, entre 32,6 e 19,1 para 7 dias após o início do experimento e entre 27,1 e 14,9 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 100  $\mu\text{M}$  de MeJa, parâmetro  $L^*$  variou entre 29,8 e 15,6 para o dia seguinte ao início do experimento, entre 29,3 e -14,6 para 7 dias após o início do experimento e entre 26,1 e 13,6 para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente

significativa ( $p=0,05$ ) para o parâmetro  $a^*$  de coloração quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com MeJa, independente da concentração de MeJa empregada e do número de dias após o tratamento.

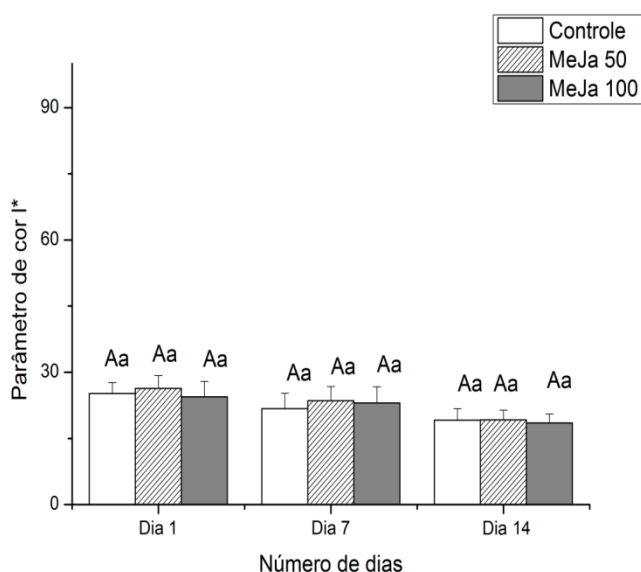


FIGURA 5.14 – Variação no parâmetro de cor  $L^*$  para frutos tratados ou não com MeJa, 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças no parâmetro de cor  $L^*$  para os diferentes dias após o tratamento, enquanto que letras minúsculas representam diferenças no parâmetro de cor  $L^*$  para as diferentes concentrações de MeJa utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

González-Aguilar, Zavaleta-Gatica e Hernández (2007) trataram frutos de goiaba com MeJa após a colheita e armazenamento a 5 °C durante 15 dias. Goiabas não apresentaram diferenças nos parâmetros de cor entre frutos tratados e não tratados com MeJa. Entretanto, Ayala-Zavala e colaboradores (2005) trataram morangos com MeJa após a colheita e observaram diferenças significativas nos parâmetros de cor  $a^*$  e  $b^*$  entre frutos tratados e não tratados, devido a coloração vermelha mais intensa nos frutos tratados. Os resultados deste trabalho são semelhantes a González-Aguilar, Zavaleta-Gatica e Hernández (2007).

A cor do açaí e do morango está relacionada com as antocianinas, porém em alguns frutos o teor de antocianinas dos tecidos internos e externos responde de forma diferente aos diversos tratamentos, por exemplo, o morango tratado com  $CO_2$  apresentou diminuição do teor de antocianinas dos tecidos internos do morango e não apresentou nenhum efeito no teor de antocianinas dos tecidos externos do morango, apresentando também uma diferença na

coloração na polpa do fruto, que não obteve nenhum efeito na epiderme dos morangos (HOLCROFT e KADER, 1999). Desta forma é possível sugerir que o teor de antocianinas da parte interna dos frutos de açaí tenha respondido melhor do que o teor de antocianinas da parte externa dos frutos, uma vez que a parte externa não apresentou diferenças no parâmetro de coloração.

### 5.3 FRUTOS TRATADOS COM $\text{CaCl}_2$

#### 5.3.1 TFT

O TFT (Figura 5.15) para o grupo de frutos controle variou entre 65,6 e 64,8 mg (EQ) /100g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 34,4 e 31,6 mg (EQ) /100g para 7 dias após o início do experimento e entre 21,7 e 16,3 mg (EQ) /100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 180 mM de  $\text{CaCl}_2$ , o TFT variou entre 67,8 e 63,8 mg (EQ) /100g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 39,0 e 37,8 mg (EQ) /100g para 7 dias após o início do experimento e entre 32,8 e 28,7 mg (EQ) /100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 360 mM de  $\text{CaCl}_2$ , o TFT variou entre 66,9 e 63,4 mg (EQ) /100g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 41,4 e 37,0 mg (EQ) /100g para 7 dias após o início do experimento e entre 31,1 e 28,4 mg (EQ) /100g para 14 dias após o início do experimento. Houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o TFT quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$ , o teor médio de flavonoides após 7 e 14 dias foi maior nos frutos tratados, quando comparados aos frutos controle, independente da concentração de  $\text{CaCl}_2$ . Wang, Xie e Long (2014) trataram frutos de cerejas com diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  após a colheita, e observaram aumento do teor de flavonoides após 4 semanas de armazenamento, sendo que o melhor resultado foi observado no tratamento com  $\text{CaCl}_2$  a 0,5% (m/v), que apresentou uma diferença 45% maior no teor de flavonoides dos frutos tratados do que nos frutos do grupo controle. Aghdam e colaboradores (2013) trataram frutos de cerejas com diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  após a colheita, e também observaram o teor de flavonoides mais elevados nos frutos tratados em comparação com os frutos não tratados. Os resultados deste trabalho são semelhantes aos descritos acima. O cálcio altera processos intracelulares e

extracelulares que retardam o amadurecimento e senescência reduzindo as taxas de variação de cor, amolecimento, produção de etileno entre outros (CONWAY, 1987). No entanto, sua influencia no metabolismo dos flavonoides e na biossíntese de antocianinas ainda é pouco conhecida. Todavia, alterações no teor de cálcio endógeno possivelmente podem ativar enzimas relacionadas com a via dos flavonoides, tais como DFR (di-hidroflavonolredutase) (XU *et al.*, 2014).

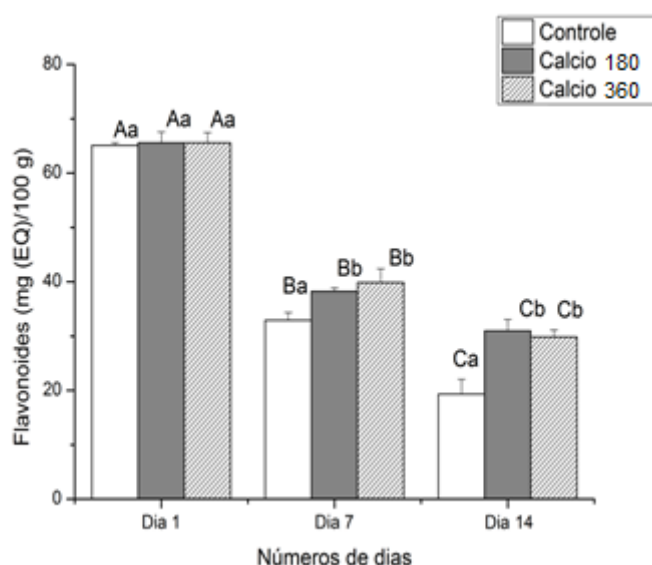


FIGURA 5.15 – Variação no TFT para frutos tratados ou não com  $\text{CaCl}_2$ , 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças no TFT para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças no TFT para as diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

### 5.3.2 TAT

O TAT (Figura 5.16) para o grupo de frutos controle variou entre 57,6 e 56,7 mg/100g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 31,3 e 30,3 mg/100g para 7 dias após o início do experimento e entre 19,9 e 19,4 mg/100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 180 mM de  $\text{CaCl}_2$ , o TAT variou entre 57,4 e 56,6 mg/100g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 50,7 e 49,9 mg/100g para 7 dias após o início do experimento e entre 40,8 e 38,9 mg/100g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 360 mM de  $\text{CaCl}_2$ , o TAT variou entre 57,0 e 56,5 mg/100g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 51,3 e



50,6 mg/100g para 7 dias após o início do experimento e entre 42,1 e 38,3 mg/100g para 14 dias após o início do experimento. Houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o TAT quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$ . O teor médio de antocianinas após 7 e 14 dias foi maior nos frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$  quando comparados aos frutos, independente da concentração de  $\text{CaCl}_2$ .

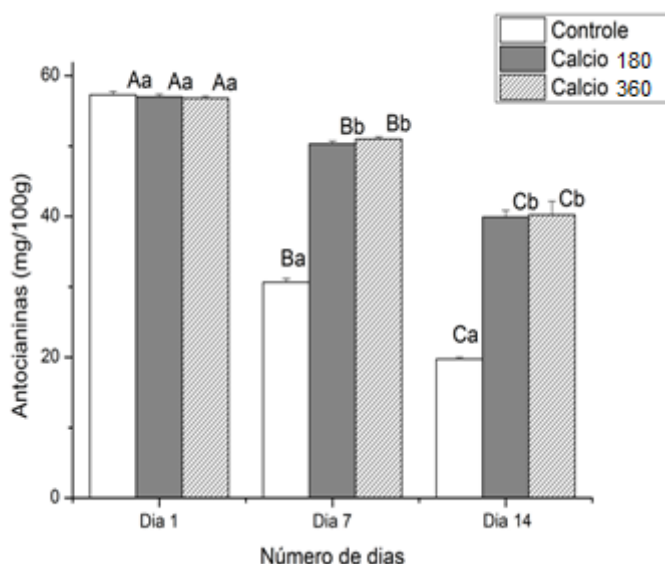


FIGURA 5.16 – Variação no TAT para frutos tratados ou não com  $\text{CaCl}_2$ , 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças no TAT para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças no TAT para as diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

Aghdam e colaboradores (2013) trataram frutos de cerejas com  $\text{CaCl}_2$  após a colheita, e observaram o TAT mais elevados nos frutos tratados em comparação com os frutos não tratados. Wang, Xie e Long (2014) trataram frutos de cereja com  $\text{CaCl}_2$  após a colheita e também observaram o aumento do teor de antocianinas totais nos frutos tratados em comparação com os frutos não tratados. Xu e colaboradores (2014) trataram frutos de morangos com  $\text{CaCl}_2$  e também observou aumento do TAT após tratamento com  $\text{CaCl}_2$ . Os resultados deste trabalho são semelhantes aos descritos acima. Apesar do efeito do cálcio no metabolismo dos flavonoides e na biossíntese de antocianinas ainda ser pouco conhecida um modelo sugerido por Jacobo-Velazquez e colaboradores (2011) sugere que o aumento da concentração de cálcio pode promover espécies reativas que agem como moléculas de

sinalização e o seu acúmulo leva a ativação da via do fenilpropanóide aumentando a atividade de enzimas envolvidas no acúmulo de compostos fenólicos.

### 5.3.3 AAD

A AAD (Figura 5.17) para o grupo de frutos controle variou entre 761,6 e 881,9 g fruto/g DPPH para o dia seguinte ao início do experimento, entre 1654,6 e 1915,9 g fruto/g DPPH para 7 dias após o início do experimento e entre 2054,5 e 2259,9 g fruto/g DPPH para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 180 mM de  $\text{CaCl}_2$ , a AAD variou entre 787,6 e 912,0 g fruto/g DPPH para o dia seguinte ao início do experimento, entre 1470,5 e 1702,7 g fruto/g DPPH para 7 dias após o início do experimento e entre 1700,3 e 1968,8 g fruto/g DPPH para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 360 mM de  $\text{CaCl}_2$ , a AAD variou entre 755,2 e 874,4 g fruto/g DPPH, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 1420,1 e 1562,1 g fruto/g DPPH para 7 dias após o início do experimento e entre 1757,2 e 2034,7 g fruto/g DPPH para 14 dias após o início do experimento. Houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para a AAD quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$ , a atividade antioxidante após 14 dias foi maior nos frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$  quando comparados aos frutos controle, independente da concentração de  $\text{CaCl}_2$  utilizada. Ramezani e colaboradores (2010) trataram frutos de romã com diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  após a colheita, e observaram uma atividade antioxidante medida por DPPH maior nos frutos tratados do que nos frutos controle. Aghdam e colaboradores (2013) trataram frutos de cerejas com diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  pós-colheita, e observaram que a atividade antioxidante medida por DPPH foi notavelmente ( $p<0,01$ ) maior nos frutos tratados do que nos frutos controle. Os resultados deste trabalho são semelhantes a literatura. A atividade antioxidante pelo ensaio DPPH tem sido atribuída principalmente aos fenóis, flavonoides, antocianinas e ácido ascórbico (AGHDAM *et al.*, 2013).

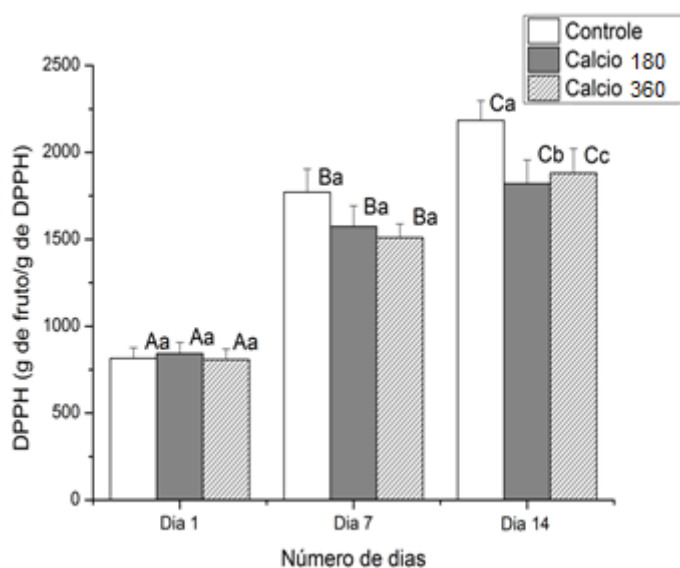


FIGURA 5.17 – Variação na AAD para frutos tratados ou não com  $\text{CaCl}_2$ , 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças na AAD para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças na AAD para as diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

#### 5.3.4 AAA

A AAA (Figura 5.18) para o grupo de frutos controle variou entre 39,2 e 35,7  $\mu\text{M}$  Trolox/g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 16,3 e 14,7  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 7 dias após o início do experimento e entre 12,8 e 11,6  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 180 mM de  $\text{CaCl}_2$ , a AAA variou entre 40,6 e 36,5  $\mu\text{M}$  Trolox/g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 20,8 e 18,7  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 7 dias após o início do experimento e entre 17,2 e 15,7  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 360 mM de  $\text{CaCl}_2$ , a AAA variou entre 39,7 e 35,7  $\mu\text{M}$  Trolox/g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 21 e 18,9  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 7 dias após o início do experimento e entre 18,1 e 16,3  $\mu\text{M}$  Trolox/g para 14 dias após o início do experimento. Houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para a AAA quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$ . A atividade antioxidante após 7 e 14 dias foi maior nos frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$  quando comparados aos frutos controle, independente da concentração de  $\text{CaCl}_2$  utilizada. Kou e colaboradores (2013) trataram peras com  $\text{CaCl}_2$  pós-colheita, e observaram uma AAA maior nos frutos tratados do que nos frutos

controle. Os resultados encontrados para açaí são semelhantes a trabalhos anteriores. Na comparação com a atividade antioxidante medida por DPPH, nota-se que o ABTS respondeu ao tratamento a partir de 7 dias, enquanto que o DPPH respondeu a partir de 14 dias. Alguns autores observaram que o DPPH pode subestimar a capacidade antioxidante em comparação com o ABTS, já que a leitura do ABTS é feita no comprimento de onda maior e por isso sofre menos interferência de outros compostos (ALMEIDA *et al.*, 2011).

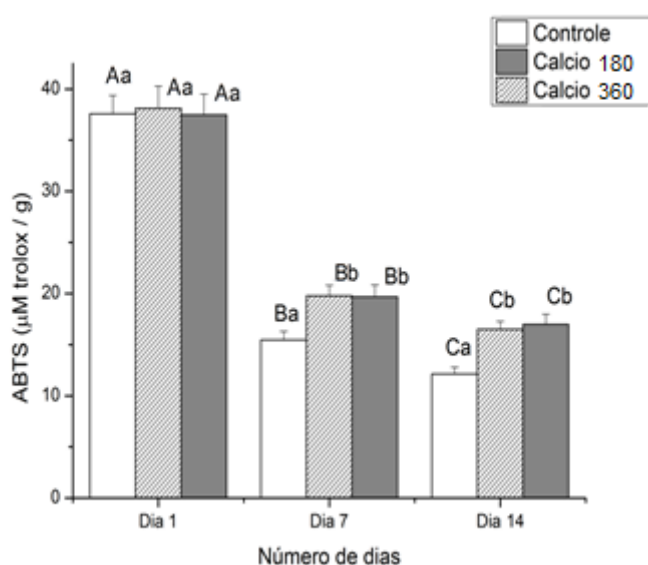


FIGURA 5.18 – Variação na AAA para frutos tratados ou não com  $\text{CaCl}_2$ , 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças na AAA para os diferentes dias após o tratamento, letras minúsculas representam diferenças na AAA para as diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

### 5.3.5 SST e ATT

O teor de SST (Figura 5.19) para frutos tratados e não tratados com  $\text{CaCl}_2$  variou entre 7,0 e 6,5 °Brix, tanto para o dia seguinte ao início do experimento quanto para 7 e 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o teor de SST quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$ , independente da concentração de  $\text{CaCl}_2$  empregada e do número de dias após o tratamento. Hernández-Muñoz e colaboradores (2006) trataram frutos de morango com gluconato de cálcio ( $\text{CaGI}$ ) após a colheita. Os morangos não apresentaram diferenças no teor de SST entre os frutos tratados e não tratados

com CaCl. Manganaris e colaboradores (2007) trataram frutos de pêssgo com diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  após a colheita. Não apresentaram diferenças no teor de SST entre os frutos tratados e não tratados com  $\text{CaCl}_2$ . Os resultados descritos no presente estudo e os acima descritos indicam que o  $\text{CaCl}_2$ , pelo menos nas concentrações empregadas, pode não alterar significativamente o teor de SST em frutos.

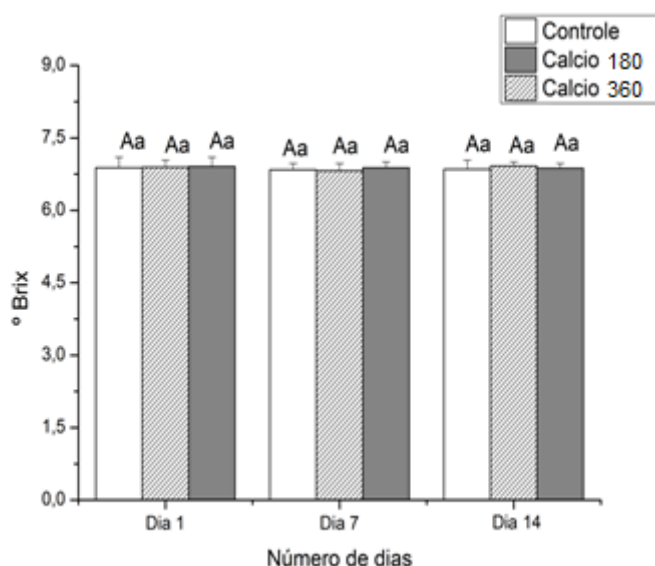


FIGURA 5.19 – Variação no teor de SST para frutos tratados ou não com  $\text{CaCl}_2$ , 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças no teor de SST para os diferentes dias após o tratamento, enquanto que letras minúsculas representam diferenças no teor de SST para as diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

A ATT (Figura 5.20) para o grupo de frutos controle variou entre 207 e 165mg de ácido cítrico/100 g, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 206 e 172mg de ácido cítrico/100 g para 7 dias após o início do experimento e entre 203 e 176mg de ácido cítrico/100 g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 180 mM de  $\text{CaCl}_2$ , a AAT variou entre 208 e 174mg de ácido cítrico/100 g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 207 e 155mg de ácido cítrico/100 g para 7 dias após o início do experimento e entre 203 e 163mg de ácido cítrico/100 g para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 360 mM de  $\text{CaCl}_2$ , a ATT variou entre 201 e 179mg de ácido cítrico/100 g para o dia seguinte ao início do experimento, entre 218 e 181mg de ácido cítrico/100 g para 7 dias após o início do experimento e entre 217 e 174mg de ácido cítrico/100 g para 14 dias o início

do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para ATT quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$ , independente da concentração de  $\text{CaCl}_2$  empregada e do número de dias após o tratamento. Hernández-Muñoz e colaboradores (2006) trataram frutos de morango com gluconato de cálcio (CaGI) após a colheita. Morangos não apresentaram diferenças na ATT entre os frutos tratados e não tratados com CaGI. Manganaris e colaboradores (2007) trataram frutos de pêssego com diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  após a colheita. Pêssegos não apresentaram diferenças na ATT entre os frutos tratados e não tratados com  $\text{CaCl}_2$ . Os resultados descritos acima para morangos e pêssegos, juntamente com os dados descritos no presente estudo indicam que o  $\text{CaCl}_2$ , pelo menos nas concentrações empregadas, de maneira semelhante ao que possivelmente ocorre para SST, pode não alterar significativamente a ATT em frutos.

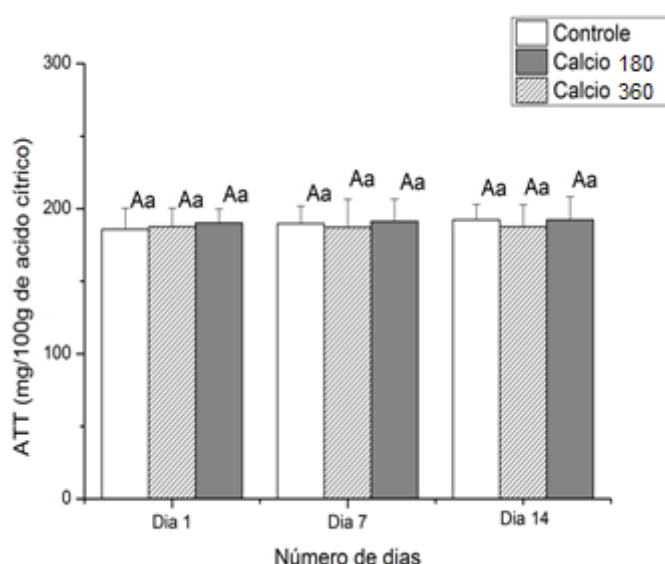


FIGURA 5.20 – Variação na ATT para frutos tratados ou não com  $\text{CaCl}_2$ , 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças na ATT para os diferentes dias após o tratamento, enquanto que letras minúsculas representam diferenças na ATT para as diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

### 5.3.6 Parâmetros de cor

Nas análises colorimétricas (Figura 5.21) realizadas nos frutos controle demonstraram que o parâmetro  $a^*$  (cor verde (-) ao vermelho (+)) de coloração para o grupo de frutos controle variou entre 3,89 a 1,31, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 3,49 e 1,11 para 7 dias após o início do

experimento e entre 3,18 e 1,1 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 180 mM de  $\text{CaCl}_2$ , o parâmetro  $a^*$  variou entre 3,92 e 1,24 para o dia seguinte ao início do experimento, entre 3,33 e 1,18 para 7 dias após o início do experimento e entre 3,29 e 1,06 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 360 mM de  $\text{CaCl}_2$ , o parâmetro  $a^*$  variou entre 4,06 e 1,29 para o dia seguinte ao início do experimento, entre 3,49 e 1,17 para 7 dias após o início do experimento e entre 3,26 e 1,09 para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o parâmetro  $a^*$  de coloração quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$ , independente da concentração de  $\text{CaCl}_2$  empregada e do número de dias após o tratamento.

O parâmetro  $b^*$  (cor azul (-) ao amarelo (+)) de coloração grupo de frutos controle variou entre 2,33 a 0,56, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 1,92 e -0,41 para 7 dias após o início do experimento e entre 1,91 e 0,42 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 180 mM de  $\text{CaCl}_2$ , o parâmetro  $b^*$  variou entre 2,28 e 0,43 para o dia seguinte ao início do experimento, entre 1,84 e 0,12 para 7 dias após o início do experimento e entre 1,94 e 0,30 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 360 mM de  $\text{CaCl}_2$ , o parâmetro  $b^*$  variou entre 2,14 e 0,59 para o dia seguinte ao início do experimento, entre 2,03 e 0,03 para 7 dias após o início do experimento e entre 1,93 e 0,24 para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o parâmetro  $a^*$  de coloração quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$ , independente da concentração de  $\text{CaCl}_2$  empregada e do número de dias após o tratamento.

O parâmetro  $L^*$  (Figura 5.22) (luminosidade do branco (100) ao preto (0)) de coloração para o grupo de frutos controle variou entre 30,5 a 23,1, para o dia seguinte ao início do experimento, entre 28,3 e 21,1 para 7 dias após o início do experimento e entre 25,5 e 17,7 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 180 mM de  $\text{CaCl}_2$ , o parâmetro  $L^*$  variou entre 30,4 e 25 para o dia seguinte ao início do experimento, entre 29,5 e 21,8 para 7 dias após o início do experimento e entre 28,9 e 17,3 para 14 dias após o início do experimento. Para o tratamento com 360 mM de  $\text{CaCl}_2$ , o parâmetro  $L^*$  variou entre 31,9 e 22,1 para o dia seguinte ao início do experimento, entre

29,7 e 22,3 para 7 dias após o início do experimento e entre 28,1 e 16,5 para 14 dias após o início do experimento. Não houve variação estatisticamente significativa ( $p=0,05$ ) para o parâmetro  $L^*$  de coloração quando o grupo controle foi comparado ao grupo de frutos tratados com  $\text{CaCl}_2$ , independente da concentração de  $\text{CaCl}_2$  empregada e do número de dias após o tratamento.

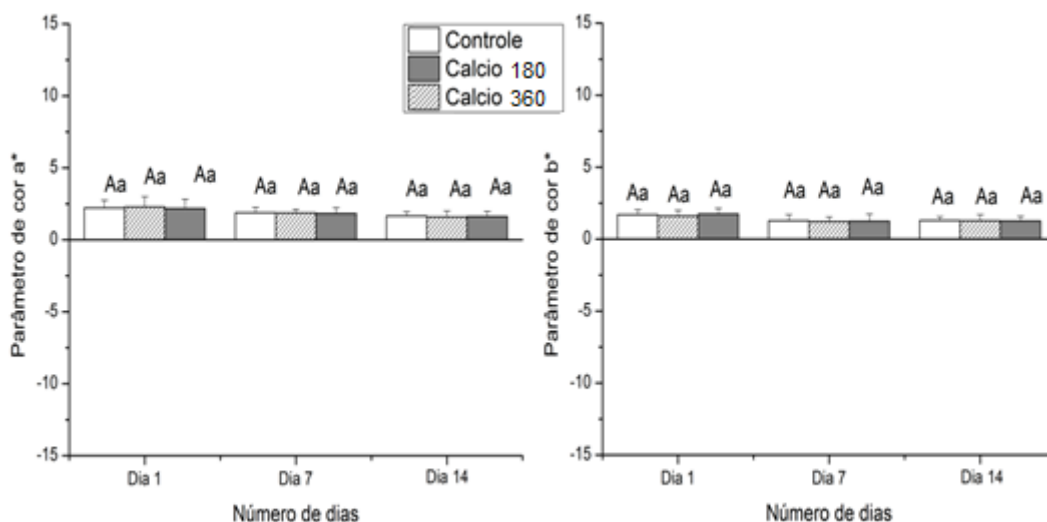


FIGURA 5.21 – Variação nos parâmetros de cor  $a^*$  e  $b^*$  para frutos tratados ou não com  $\text{CaCl}_2$ , 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças nos parâmetros de cor  $a^*$  e  $b^*$  para os diferentes dias após o tratamento, enquanto que letras minúsculas representam diferenças nos parâmetros de cor  $a^*$  e  $b^*$  para as diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

Hernández-Muñoz e colaboradores (2006) trataram frutos de morango com gluconato de cálcio (CaGI) após a colheita. Morangos não apresentaram diferenças nos parâmetros de cor entre os frutos tratados e não tratados com CaGI. Entretanto, Wang, Xie e Long (2014) trataram frutos de cereja com  $\text{CaCl}_2$  após a colheita e observaram a manutenção do brilho (parâmetro de cor  $L^*$ ) na epiderme dos frutos tratados, após 4 semanas de armazenamento, em comparação com os frutos não tratados. Nos resultados obtidos com açaí não houve nenhum efeito do  $\text{CaCl}_2$  sobre os parâmetros de cor. A cor do açaí está relacionada com as antocianinas (SCHAUSS *et al.*, 2006a) e apesar dos resultados de antocianinas demonstrarem uma manutenção destes compostos nos frutos tratados quando comparados com os frutos não tratados (Figura 5.17), a sua evidência física (parâmetro de cor) na epiderme do fruto de açaí não foi evidenciada, isto pode ser explicado pelo teor de antocianinas de tecidos internos e externos dos frutos apresentarem respostas diferentes, neste



experimento com o fruto de açaí suponho que o tecido interno respondeu melhor ao tratamento que o tecido externo e por isso não foi observado diferenças no parâmetro de coloração.

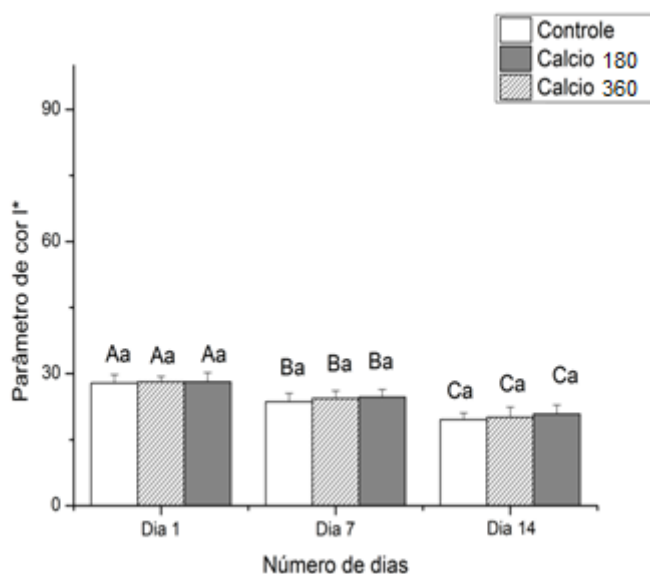


FIGURA 5.22 – Variação no parâmetro de cor  $L^*$  para frutos tratados ou não com  $\text{CaCl}_2$ , 1 dia, 7 dias e 14 dias após a aplicação. Colunas identificadas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey ( $p=0,05$ ). Letras maiúsculas representam diferenças no parâmetro de cor  $L^*$  para os diferentes dias após o tratamento, enquanto que letras minúsculas representam diferenças no parâmetro de cor  $L^*$  para as diferentes concentrações de  $\text{CaCl}_2$  utilizadas, para o mesmo número de dias após os tratamentos.

## 6 CONCLUSÕES

Os dados deste estudo demonstraram que os tratamentos com AVG, não apresentou efeito sobre a capacidade antioxidante do fruto e também sobre nenhuma das outras características físico-químicas analisadas. Assim, a utilização de AVG foi desconsiderada como técnica a ser empregada para a preservação pós-colheita do fruto do açaí.

Os tratamentos realizados com MeJa apresentaram pequeno efeito na manutenção dos teores de flavonoides e antocianinas do fruto. Nos demais parâmetros físico-químicos analisados nenhuma diferença entre o tratamento e o controle foi observada.

Os tratamentos realizados com  $\text{CaCl}_2$  apresentaram efeito na manutenção dos teores de flavonoides e antocianinas do fruto, que consequentemente mantiveram a capacidade antioxidante medida por DPPH e medida por ABTS maior ao longo do experimento. Nos demais parâmetros físico-químicos analisados nenhuma diferença entre o tratamento e o controle foi observada.

Os resultados obtidos através da realização deste estudo demonstram que tratamentos com cloreto de cálcio podem ser utilizados para melhorar significativamente a preservação da principal característica do fruto, que é, a antocianina, contribuindo, possivelmente, para o aumento do consumo e do valor de mercado para estes frutos, que, atualmente, fora da região Norte do Brasil, só são consumidos na forma de polpa congelada.

## REFERENCIAS

- AGUAYO, E.; REQUEJO-JACKMAN, C.; STANLEY, R.; WOOLF, A. Effects of calcium ascorbate treatments and storage atmosphere on antioxidant activity and quality of fresh-cut apple slices. **Postharvest Biology and Technology**, v. 57, n. 1, p. 52–60, 2010.
- AHERNE, S.A. e O'BRIEN, N.M. Dietary flavonols: Chemistry, food content, and metabolism. **Nutrition**, v. 18, p. 75–81, 2002.
- ALMEIDA, M.M.B.; SOUSA, P.H.M.; ARRIAGA, A.M.C.; PRADO, G.M.; MAGALHÃES, C.E.C.; MAIA, G.A.; LEMOS, T.L.G. Bioactive compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, p. 2155–2159, 2011.
- ALZAMORA, S.M.; SALVATORI, D.; TAPIA, M.S.; LOPEZ-MALO, A.; WELTI-CHANES, J.; FITO, P. Novel functional foods from vegetable matrices impregnated with biologically active compounds. **Journal of Food Engineering**, v. 67, p. 205-214, 2005.
- AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A.; BLUM, L.E.B. Coloração do fruto, distúrbios fisiológicos e doenças em maçãs 'gala' e 'fuji' pulverizadas com aminoetoxivinilglicina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 009-018, 2010.
- AVANCI N.C.; LUCHE D.D.; GOLDMAN G.H.; GOLDMAN M.H. Jasmonates are phytohormones with multiple functions, including plant defense and reproduction. **Genetic and Molecular Research**, v. 9, n. 1, p. 484-505, 2010.
- BIDDINGTON, N.L. The influence of ethylene in plant tissue culture. **Plant Growth Regulation**, v. 11, p. 173-187, 1992.
- BORGES, G.S.C.; VIEIRA, F.G.K.; COPETTI, C.; GONZAGA, L.V.; ZAMBIAZI, R.C.; FILHO, J.M.; FETT, R. Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. **Food Research International**, v.44, n.7, p.2128–2133, 2011.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science & Technology**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br/legis/portarias/2798.htm](http://www.anvisa.gov.br/legis/portarias/2798.htm)>. Acesso em: 20/maio/2014.
- BRAZ DE OLIVEIRA, P.R.; DA COSTA, C.A.; DE BEM, G.F.; DE CARVALHO, L.C.R.M.; DE SOUZA, M.A.V.; NETO, M.L.; SOUSA, P.J.C.; DE MOURA, R.S.; RESENDE, A.C. Effects of an Extract Obtained From Fruits of *Euterpe oleracea* Mart. in the Components of Metabolic Syndrome Induced in C57BL/6J Mice Fed

a High-fat Diet. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, v.56, n.6, p. 619-626, 2010.

BRONDIZIO, E.S.; SAFAR, C.A.M.; SIQUEIRA, A.D. The urban market of acai fruit (*Euterpe oleracea* Mart.) and rural land use change: Ethnographic insights into the role of price and land tenure constraining agricultural choices in the Amazon estuary. **Urban Ecosystems**, v. 6, p. 67–97, 2002

CAO, S.; ZHENG, Y.; YANG, Z.; WANG, K.; RUI, H. Effect of methyl jasmonate on quality and antioxidant activity of postharvest loquat fruit. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.89, p.2064–2070, 2009.

CASTAÑEDA-OVANDO, A.; PACHECO-HERNÁNDEZ, M.L.; PÁEZ-HERNÁNDEZ, M.E.; RODRÍGUEZ, J.A.; GALÁN-VIDAL, C.A. Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food Chemistry**, v. 113, p. 859-871, 2009.

CAVALCANTI, R.N., SANTOS, D.T.; MEIRELES, M.A.A. Non-thermal stabilization mechanisms of anthocyanins in model and food systems: An overview. **Food Research International**, v.44, n. 2, p.499-509, 2011.

CAVALINI, F.C. Fisiologia do amadurecimento, senescência e comportamento respiratório de goiabas ‘Kumagai’ e ‘Pedro Sato’. 2008. Tese (Doutorado em Ciências) – Programa de Pós Graduação em Fisiologia e Bioquímica de Plantas, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CELLI, G.B. Comportamento fisiológico e bioquímico de frutos da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.): características de interesse para o consumo humano. 2011. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

CHEYNIER, V. Polyphenols in foods are more complex than often thought. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 81, p. 223-229, 2005.

CLAYTON, M.; BIASI, W.V.; SOUTHWICK, S.M.; MITCHAM, E.J. ReTain™ affects maturity and ripening of ‘Bartlett’ pear. **HortScience**, v. 35, p. 1294–1299, 2000.

CLEMENT, C.R.; LLERAS, E.; VAN LEEUWEN, J. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Agrociencia**, v. IX, n. 1 e 2, p. 67 – 71, 2005.

CONAB Conjunturas mensais. Açaí (fruto) junho 2009. Disponível: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso: julho de 2014.

CONAB Conjunturas mensais. Açaí (fruto) novembro 2013. Disponível: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. acesso: julho de 2014.

CONAB Conjunturas mensais. Açaí (fruto) março 2014. Disponível: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. acesso: julho de 2014.

CONTRERAS-CALDERÓN, J.; CALDERÓN-JAIMES, L.; GUERRA-HERNÁNDEZ, E.; GARCÍA-VILLANOVA, B. Antioxidant capacity phenolic

content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. **Food Research International**, v. 44, p. 2047-2053, 2011.

CORDENUNSI, B.R.; GENOVESE, M.I.; NASCIMENTO, J.R.O.; SANTOS, R.J.; HASSIMOTTO, N.M.A.; LAJOLO, F.M. Effects of temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. **Food Chemistry**, v. 91, p. 113–121, 2005.

CUSHNIE T.P.T.; LAMB A.J. Antimicrobial activity of flavonoids. **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 26, p. 343–356, 2005.

DA MOTA, W.F.; SALOMÃO, L.C.C.; PEREIRA, M.C.T.; CECOM, P.R. Influencia do tratamento pós-colheita com cálcio na conservação de jabuticabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 049-052, 2002.

DEL POZO-INSFRAN, D.; PERCIVAL, S.S.; TALCOTT, S.T. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) polyphenolics in their glycoside and aglycone forms induce apoptosis of HL-60 leukemia cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 4, p. 1222-1229, 2006.

DEL POZO-INSFRAN, D.; BRENES, C.H.; TALCOTT, S.T. Phytochemical composition and pigment stability of açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.5, p.1539–1545, 2004.

DO AMARANTE, C.V.T.; SIMIONI, A.; MEGGUER, C.A.; BLUM, L.E.B. Effect of aminoethoxyvinilglycine (avg) on preharvest fruit drop and maturity of apples **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 661-664, 2002.

FAO. 2011. Global food losses and food waste—extent, causes and prevention. Rome: UN FAO.

FARMER, E.E.; RYAN, C.A. Interplant communication: Airborne methyl jasmonate induces synthesis of proteinase inhibitors in plant leaves. Proceedings of the National. **Academy of Sciences**, v. 87, p. 7713-7716, 1990.

FARMER, E.E.; RYAN, C.A. Octadecanoid precursors of jasmonic acid activate the synthesis of wound – inducible proteinaseinhibitor. **The Plant Cell**, v. 4, p. 129-134, 1992.

FAWOLE, O.A.; OPARA, U.L. Effects of storage temperature and duration on physiological responses of pomegranate fruit. **Industrial Crops and Products**, v. 47, p. 300– 309, 2013.

FERREIRA, I.C.F.R.; ABREU, R.M.V. Stress oxidativo, antioxidantes e fitoquímicos. **Bioanálise**, Ano IV, n. 2, p. 32-39, 2007.

FISHBEIN, L. Multiple sources of dietary calcium e some aspect of its essentiality. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v. 39, p.67-80, 2004.

FRANCIS, F.J. Food colorants: Anthocyanins. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 28, p. 273–314, 1989.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A.; HERNÁNDEZ, M.E.T.; ZAVALA-GATICA, R.; MARTÍNEZ-TÉLLEZ, M.A. Methyl jasmonate treatments reduce chilling injury

and activate the defense response of guava fruits. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, n. 313, p. 694-701, 2004.

GONZÁLEZ-AGUILAR, G.A. ZAVALETA-GATICA, R.; HERNÁNDEZ, M.E.T. Efecto del metil jasmonato en las respuestas fisiológicas de guayaba (*Psidium guajava*) almacenada a bajas temperaturas. **Revista Chapingo. Serie horticultura**, v. 13, n. 1, p. 63-69, 2007.

GOULD, G.W. Methods for preservation and extension of shelf life. **International Journal of Food Microbiology**, v. 33, n. 1, p. 51–64, 1996.

GRAS, M.L.; VIDAL, D.; BETORET, N.; CHIRALT, A.; FITO, P. Calcium fortification of vegetables by vacuum impregnation. **Journal of Food Engineering**, v. 56, n. 2–3, p. 279–284, 2003.

GUERRA, J.F.C.; MAGALHÃES, C.L.B.; COSTA, D.C.; SILVA, M.E.; PEDROSA, M.L. Dietary açai modulates ROS production by neutrophils and gene expression of liver antioxidant enzymes in rats. **Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition**, v. 49, n. 3, p. 188-194, 2011.

HARTMOND, U.; YUAN, R.; BURNS, J.K.; GRANT, A.; KENDER, W.J. Citrus fruit abscission induced by methyl-jasmonate. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 125, p. 547–552, 2000.

HASSIMOTTO, N.M.; GENOVESE, M.I.; LAJOLO, F.M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 8, p. 2928–2935, 2005.

HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; ALMENAR, E.; OCIO, M.J.; GAVARA, R. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). **Postharvest Biology and Technology**, v. 39, p. 247–253, 2006.

HOGAN, S.; CHUNG, H.; ZHANG, L.; LI, J.; LEE, Y.; DAI, Y.; ZHOU, K. Antiproliferative and antioxidant properties of anthocyanin-rich extract from açai. **Food Chemistry**, v. 118, n. 2, p. 208–214, 2010.

HONZEL, D.; CARTER, S.G.; REDMAN, K.A.; SCHAUSS, A.G.; ENDRESS, J.R.; JENSEN, G.S. Comparison of chemical and cell-based antioxidant methods for evaluation of foods and natural products: Generating multifaceted data by parallel testing using erythrocytes and polymorphonuclear cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, n. 18, p. 8319–8325, 2008.

HUANG, D.J.; OU, B.X.; PRIOR, R.L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 6, p. 1841–1856, 2005.

HUANG, X.; LI, J.; SHANG, H.; MENG, X. Effect of methyl jasmonate on the anthocyanin content and antioxidant activity of blueberries during cold storage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 2014.

HUBINGER, M.D.; ALEXANDRE, D.; CUNHA, R.L. Conservação do açai pela tecnologia de obstáculos. **-Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 1, p. 114-119, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sidra. 2014. Disponível em: <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 04 julho 2014.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em:<www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2012>. Acesso em: 15 julho 2014.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3a ed. São Paulo-SP, 2008.

IRFAN, P.K.; VANJAKSHI, V.; KESHAVA PRAKASH, M.N.; RAVI, R.; KUDACHIKAR, V.B. Calcium chloride extends the keeping quality of fig fruit (*Ficus carica* L.) during storage and shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, v. 82, p. 70–75, 2013.

JENSEN G.S., WU X., PATTERSON K.M., BARNES, J.; CARTER, S.G.; SCHERWITZ, L.; BEAMAN, R.; ENDRES, J.R.; SCHAUSS, A.G. In vitro and in vivo antioxidant and anti-inflammatory capacities of an antioxidant-rich fruit and berry juice blend. Results of a pilot and randomized, double-blinded, placebo-controlled, crossover study. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p. 8326–8333, 2008.

JUNIOR, B.D. influência de pré-tratamentos químicos nas características físico-químicas e sensoriais do kiwi submetido à desidratação osmótica e armazenado sob refrigeração. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Paraná, Curitiba

KIM, H.J.; FONSECA, J.M.; CHOI, J.H.; KUBOTA, C. Effect of methyl jasmonate on phenolic compounds and carotenoids of romaine lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p. 10366–10372, 2007.

KONG, J.M.; CHIA, L.S.; GOH, N.K.; CHIA, T.F.; BROUILLARD, R. Analysis and biological activities of anthocyanins. **Phytochemistry**, v. 64, n. 5, p. 923-933, 2003.

KOU, X.H.; GUO, W.L.; GUO, R.Z.; LI, X.Y.; XUE, Z.H. Effects of chitosan, calcium chloride, and pullulan coating treatments on antioxidant activity in pear cv. “Huang guan” during storage. **Food and Bioprocess Technology**, v. 7, p. 671-681, 2014.

LICHTENTHALER, R.; RODRIGUES, R.B.; MAIA, J.G.; FABRICIUS, H.; PAPAGIANNOPOULOS, M.; MARX, F. Total oxidant scavenging capacities of *Euterpe oleraceae* Mart. (açai) fruits. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v.56, n.1, p.53–64, 2005.

LIMA, A.S.; RAMOS, A.L.D.; MARCELLINI, P.S.; FARAONI, A.S. Adição de agentes antiescurecimento, antimicrobiano e utilização de diferentes filmes plásticos, em mamão minimamente processado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 27, n. 01, p.149-152, 2005.

- LIM, Y.Y.; LIM, T.T.; TEE, J.J. Antioxidant properties of several tropical fruits: a comparative study. **Food Chemistry**, v. 103, p. 1003–1008, 2007.
- LURIE, S.; CRISOSTO, C.H. Chilling injury in peach and nectarine. **Postharvest Biology and Technology**, v. 37, p. 195–208, 2005.
- MACHADO, N.P.; COUTINHO, E.F.; ANTUNES, P.L. Técnicas alternativas no controle de podridões pós-colheita de pêssegos. **Embrapa Clima Temperado**, 23 p., 2005.
- MANGANARIS, G.A.; VASILAKAKIS, M.; DIAMANTIDIS, G.; MIGNANI, I. The effect of postharvest calcium application on tissue calcium concentration, quality attributes, incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspects of peach fruits. **Food Chemistry**, v. 100, p. 1385–1392, 2007.
- MARÇO P.H.; POPPI R.J.; SCARMINIO, I.S. Procedimentos analíticos para identificação de antocianinas presentes em extratos naturais. **Química Nova**, v. 31, n. 5, p. 1218-1223, 2008.
- MARTÍN-DIANA, A.B.; RICO, D.; FRÍAS, J.M.; HENEHAN, G.T.M.; BARRY-RYAN, C. Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review **Food Science and Technology**, v. 18, n. 4, p. 210–218, 2007.
- MATHEUS M.E.; FERNANDES S.B.O.; SILVEIRA C.S.; RODRIGUES V.P.; MENEZES F.S.; FERNANDES P.D. Inhibitory effects of *Euterpe oleracea* Mart. on nitric oxide production and INOS expression. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 107, p. 291–296, 2006.
- MELO, C.F.M.; BARBOSA, W.C.; ALVES, S.M. Obtenção de açaí desidratado. Boletim de Pesquisa n. 92. Belém. EMBRAPA-CPATU, 13p. 1998.
- MELO, E.A.; MACIEL, M.I.S.; LIMA, V.L.A.G.; LEAL, F.L.L.; CAETANO, A.C.S.; NASCIMENTO, R.J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumidas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.26, n.3, p.639–644, 2006.
- MENEZES, E.M.S.; ROSENTHAL, A.; SABAA-SRUR, A.; CAMARGO, L.; CALADO, V.; SANTOS, A. Efeito da alta pressão hidrostática na atividade de enzimas da polpa de açaí. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28 n.(supl.), p.14-19, 2008b.
- MERTENS-TALCOTT, S.U.; RIOS, J.; JILMA-STOHLAWETZ, P.; PACHECO-PALENCIA, L.A.; MEIBOHM, B.; TALCOTT, S.T.; DERENDORF, H. Pharmacokinetics of anthocyanins and antioxidant effects after the consumption of anthocyanin-rich açaí juice and pulp (*Euterpe oleracea* Mart.) in human healthy volunteers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p.7796-7802, 2008.
- MOCHIUTTI, S.; QUEIROZ, J.A.L.; de KOURI, J.; MALCHER, E.L.T.; FREITAS, J.L.; FERNANDES, A.A.; FARIAS NETO, J.T. Geração de tecnologia para a produção sustentável e processamento de frutos de açaí no estuário amazônico; In: Contribuição ao desenvolvimento da Fruticultura da Amazônia. Belém, PA, 2006, p.79-84.



MULKEY, T.J.; KUZMANOFF, K.M.; EVANS, M.L. Promotion of growth and hydrogen ion efflux by auxin in roots of maize pretreated with ethylene biosynthesis inhibitors. **Plant Physiology**, v. 70, p. 186-188, 1982.

NENADIS, N.; WANG, L.F.; TSIMIDOU, M. ZHANG, H.Y. Estimation of scavenging activity of phenolic compounds using the ABTS+ assay. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 52, p. 4669-4674, 2004.

NOGUEIRA, O.L.; CONCEIÇÃO, H.E.O. Análise de crescimento de açaizeiros em áreas de várzea do estuário amazônico, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF. v. 35, n. 11, p. 2167-2173, 2000.

NOGUEIRA, O.L.; FIGUERÊDO, F.J.C.; MULLER, A.A. Sistema de Produção do Açaí. **Embrapa Amazônia Oriental**; Sistemas de Produção, n.4, 2ª Ed. Belém, PA, Versão Eletrônica, 2006.

OLIVEIRA DE SOUZA M.; SILVA M.; SILVA M.E.; OLIVEIRA R.P.; PEDROSA M.L. Diet supplementation with acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp improves biomarkers of oxidative stress and the serum lipid profile in rats. **Nutrition**, v. 26, p. 804–810, 2010.

PACHECO-PALENCIA, L.A.; HAWKEN, P.; TALCOTT, S.T. Juice matrix composition and ascorbic acid fortification effects on the phytochemical, antioxidant and pigment stability of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) **Food Chemistry**, v. 105, p. 28 - 35, 2007.

PACHECO-PALENCIA, L.A.; DUNCAN, C.E.; TALCOTT, S.T. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açaí species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. **Food Chemistry**, v.115, n.4, p.1199–1205, 2009.

PATRAS, A.; TIWARI, B.K.; BRUNTON, N.P.; Influence of blanching and low temperature preservation strategies on antioxidant activity and phytochemical content of carrots, green beans and broccoli. **Food Science and Technology**, v. 44, p. 299-306, 2011.

PEREIRA, D.; VALENTÃO, P.; PEREIRA, J.; ANDRADE, P. Phenolics: From Chemistry to Biology. **Molecules**, v. 14, p. 2202-2211, 2009.

PÉREZ, A.G.; SANZ, C.; OLÍAS, R.; OLÍAS, J.M. Effect of methyl jasmonate on in vitro strawberry ripening. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 45, p. 3733–3737, 1997.

PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; ARGENTA, L.C. Eficácia do tratamento de AVG no controle da queda e maturação dos frutos de maçã, cultivar Imperial Gala. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 29, n. 2, p. 239-244, 2007.

PIETTA, P. G. Flavonoids as Antioxidants. **Journal of Natural Products**, v. 63, p. 1035-1042, 2000.

POLI, A.; MARANGONI, F.; PAOLETTI, R.; MANNARINO, E.; LUPATTELLI, G.; NOTARBARTOLO, A.; AURELI, P.; BERNINI, F.; CICERO, A.; GADDI, A.; *et al.* Non-pharmacological control of plasma cholesterol levels. **Nutrition, Metabolism & Cardiovascular Diseases**, v. 18, p.1–16, 2008.

POMPEU, D.R.; BARATA, V.C.P.; ROGEEZ, H. Impacto da refrigeração sobre variáveis de qualidade dos frutos do açaizeiro (*Euterpe oleracea*). **Alimentos e Nutrição**, v. 20, n. 1, p. 141-148, 2009.

POMPEU, D.R.; SILVA, E.M.; ROGEEZ, H. Optimisation of the solvent extraction of phenolic antioxidants from fruits of *Euterpe oleracea* using response surface methodology. **Bioresource Technology**, v.100, n.23, p.6076–6082, 2009.

PORTINHO, J.A.; ZIMMERMANN, L.M.; BRUCK, M.R. Efeitos benéficos do açaí. **International Journal of Nutrology**, v.5, n. 1, p. 15-20, 2012.

POULOSE, S.M.; FISHER, D.R.; LARSON, J.; BIELINSKI, D.F.; RIMANDO, A.M.; CAREY, A.N.; SCHAUSS, A.G.; SHUKITT-HALE, B. Anthocyanin-rich açai (*Euterpe oleracea* Mart.) fruit pulp fractions attenuate inflammatory stress signaling in mouse brain BV-2 microglial cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.60, n.4, p.1084–1093, 2012.

PRIOR, R.L.; LAZARUS, S.A.; CAO, G.; MUCCITELLI, H.; HAMMERSTONE, J.F. Identification of procyanidins and anthocyanins in blueberries and cranberries (*Vaccinium* spp.) using high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, n. 3, p. 1270- 1276, 2001.

QUEIROZ, J.A.L.; MOCHIUTTI, S. Manejo de mínimo impacto para produção de frutos em açaizais nativos no estuário Amazônico. **Comunicado Técnico-Embrapa –AP**, p. 1-5, 2001.

RAMEZANIAN, A.; RAHEMI, M.; MAFTOUN, M.; BAHMAN, K.; ESHGHI, S.; SAFIZADEH, M.R.; TAVALLALI, V. The ameliorative effects of spermidine and calcium chloride on chilling injury in pomegranate fruits after long-term storage. **Fruits**, v. 65, p. 169–178, 2010.

ROCHA A.P.M.; CARVALHO L.C.R.M.; SOUSA M.A.V.; MADEIRA S.V.F.; SOUSA P.J.C.; TANO T.; SCHINI-KERTH V.B.; RESENDE A.C.; SOARES DE MOURA R. Endothelium dependent vasodilator effect of *Euterpe oleracea* Mart. (açaí) extracts in mesenteric vascular bed of the rat. **Vascular Pharmacology**, v. 46, p. 97–104, 2007.

RODRIGUEZ-SAONA, C.R.; POLASHOCK, J.; MALO, E.A. Jasmonate-mediated induced volatiles in the American cranberry, *Vaccinium macrocarpon*: from gene expression to organismal interactions. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, a. 115, p. 1-17, 2013.

ROHWER, C.L.; ERWIN, J.E. Horticultural applications of jasmonates: a review. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 83, p. 283–304, 2008.

RUFINO, M.S.M.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, v.121, n.5, p.996– 1002, 2010.

SANABRIA, N.; SANGRONIS, E. Caracterización del açai o manacá (*Euterpe oleracea* Mart): um fruto del Amazonas. **Archivos Latino Americanos**, v.57, n.1, p.94–98, 2007.

SCHAUSS A.G., WU X., PRIOR R.L., OU B., PATEL D., HUANG D., KABABICK J.P. Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (Acai). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 8598–8603, 2006a.

SCHAUSS, A.; WU, X.; PRIOR, R.L.; OU, B.; HUANG, D.; OWENS, J.; AGARWARL, A.; JENSEN, G.S.; HART, A.N.; SHANBROM, E. Antioxidant capacity and others bioactivities of the freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleraceae* mart. (açai). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, n.22, p.8604–8610, 2006b.

SCHAUSS, A.G.; JENSEN, G.S.; WU, X.; SCHERWITZ, L. Increased antioxidant capacity and inhibition of lipid peroxidation in healthy adults consuming Monavie Active, an acai (*Euterpe oleracea*) fruit based juice. **Acta Horticulturae**, v. 841, p. 97–100, 2009.

SHEKHAWAT, N.; PAYAL, S.S.; SINGHT, T.; VIJAYVERGIA, R. Assessment of free radicals scavenging activity of crude extracts of some medicinal plants Middle-East. **Journal of Scientific Research**, v. 5, p. 298-301, 2010.

SHELLIE, K.C. Muskmelon (*Cucumis melo* L.) fruit ripening and postharvest quality after a preharvest spray of aminoethoxyvinylglycine. **Postharvest Biology and Technology**, v. 17, n. 1, p. 55-62, 1999.

SILVEIRA, T.F.V.; VIANNA, C.M.M.; MOSEGUI, G.B.G. Brazilian legislation for functional foods and the interface with the legislation for other food and medicine classes: contradictions and omissions. **Physis**, v. 19, n. 4, p. 1189-1202, 2009.

SINGLETON, V.L.; ROSSI, J.A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SOBRATTEE, M.A.; NEERGHEEN, V.S.; LUXIMON-RAMMA, A.; ARUOMA, O.I., BAHORUN, T. Phenolics as potential antioxidant therapeutic agents: Mechanism and actions. **Mutation Research**, v. 579, p. 200-213, 2005.

SOUSA, M.A.C.; YUYAMA, L.K.O.; AGUIAR, J.P.L.; PANTOJA, L. Suco de açai (*Euterpe oleracea* mart.): avaliação microbiológica, tratamento térmico e vida de prateleira. **Acta Amazonica**, v. 36, n.4, p.483-496, 2006.

SOUTO, R.N.M. Uso da radiação g, combinada à refrigeração, na conservação de polpa de açai (*Euterpe oleracea*, Mart.). Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2001. 95pp.

SOUZA, M.O.; SANTOS, R.C.; SILVA, M.E.; PEDROSA, M.L. Açai (*Euterpe oleraceae* Martius): chemical composition and bioactivity. **Nutrirem**, v. 36, n. 2, p. 161-169, 2011.

SPADA, P. D.; DANI, C.; BORTOLINI, G. V.; FUNCHAL, C.; HENRIQUES, J. A.; SALVADOR, M. Frozen fruit pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (açai) prevents hydrogen peroxide induced damage in the cerebral cortex, cerebellum, and hippocampus of rats. **Journal of Medicinal Food**, v. 12, p. 1084– 1088, 2009.

STARRET, D.A.; LATIES, G.G. Involvement of wound and climacteric ethylene in ripening avocado discs. **Plant Physiology**, v. 97, n. 2, p. 720-729, 1991.

STEFFENS, C.A.; GIEHL, R.F.H.; BRACKMANN, A. Maçã ‘Gala’ armazenada em atmosfera controlada e tratada com aminoetoxivinilglicina e ethephon. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 9, p. 837-843, 2005.

THAIPONG, K.; BOONPRAKOB, U.; CROSBY, K.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.; BYRNE, D.H. Comparison of ABTS, DPPH, FRAP, and ORAC assays for estimating antioxidant activity from guava fruit extracts. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, p. 669–675, 2006.

TONON, R.V.; BRABET, C.; HUBINGER, M.D. Influence of process conditions on the physicochemical properties of açai (*Euterpe oleraceae* Mart.) powder produced by spray drying. **Journal of Food Engineering**, v.88, n.3, 411–418, 2008.

TRAINOTTI, L.; PAVANELLO, A.; CASADORO, G. Different ethylene receptors show an increased expression during the ripening of strawberries: does such an increment imply a role for ethylene in the ripening of these non-climacteric fruits? **Journal of Experimental Botany**, v. 56, n. 418, p. 2037-2046, 2005.

TSANTILI, E.; KONSTANTINIDIS, K.; ATHANASOPOULOS, P. E.; PONTIKIS, C. Effects of postharvest calcium treatments on respiration and quality attributes in lemon fruit during storage. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 77, p. 479–484, 2002.

UDANI, J.K.; SINGH, B.B.; SINGH, V.J.; BARRETT, M.L. Effects of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry preparation on metabolic parameters en a healthy overweight population: a pilot study. **Nutrition Journal**, p. 1-7, 2011.

VALKO, M.; LEIBFRITZ, D.; MONCOL, J.; CRONIN, M.T.; MAZUR, M.; TELSER, J. Free radicals and antioxidants in normal physiological functions and human disease. **The International Journal of Biochemistry & Cell Biology**, n. 39, p. 44-84, 2007.

WANG, Y.; XIE, X.; LONG, L.E. The effect of postharvest calcium application in hydro-cooling water on tissue calcium content, biochemical changes, and quality attributes of sweet cherry fruit. **Food Chemistry**, v. 160, p. 22–30, 2014.

WANG, S.; MELNYK, J.P.; TSAO, R.; MARCONE, M.F. How natural dietary antioxidants in fruits, vegetables and legumes promote vascular health – Review. **Food Research International**, v. 44, p. 14–22, 2011.

WHALE, S.K.; SINGH, Z.; BEHBOUDIAN, M.H.; JANES, J.; DHALIWAL, S.S. Fruit quality in “Cripp’s Pink” apple, especially colour, as affected by preharvest sprays of aminoethoxyvinylglycine and ethephon. **Scientia Horticulturae**, v. 115, n. 4, p. 342-351, 2008.

WHO. World Health Organization. Mortality and global health estimates: Causes of death, 2014. Disponível em: <<http://apps.who.int/gho/data>>. Acesso em 2 de Julho de 2014.

WOOTTON-BEARD, P.C.; RYAN, L. Improving public health?: The role of antioxidant-rich fruit and vegetable beverages – Review. **Food Research International**, v. 44, p. 3135–3148, 2011b.

WROLSTAD, R.E.; DURST, R.W.; LEE, J. Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 16, p. 423-428, 2005.

WU, X.; BEECHER, G.R.; HOLDEN, J.M.; HAYTOWITZ, D.B.; GEBHARDT, S.E.; PRIOR, R.L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, n.12, p.4026–4037, 2004.

XIE, C.; KANG, J.; BURRIS, R.; FERGUSON, M.E.; SCHAUSS, A.G.; NAGARAJAN, S.; WU, X. Açai juice attenuates atherosclerosis in ApoE deficient mice through antioxidant and anti-inflammatory activities. **Atherosclerosis**, v. 216, p. 327-333, 2011.

ZHANG, H.; MA, L.; TURNER, M.; XU, H.; DONG, Y.; JIANG, S. Methyl jasmonate enhances biocontrol efficacy of *Rhodotorula glutinis* to postharvest blue mold decay of pears. **Food Chemistry**.v.117, p.621–626, 2009.

ZHISHEN, J.; MENGCHENG, T.; JIANMING, W. The determination of flavonoid contents in mulberry and their scavenging effects on superoxide radicals. **Food Chemistry**, v. 64, p. 555-55, 1999.